

Docket No. 1075.1112/JDH

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Yuichi ARITA

Serial No.: To Be Assigned

Group Art Unit: To Be Assigned

Filed: March 16, 1999

Examiner: To Be Assigned

For: SIMULATION APPARATUS, SIMULATION METHOD AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM HAVING SIMULATION PROGRAM RECORDED THEREON AS WELL AS DESIGNING SUPPORTING APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, Applicants submit herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 10-072900, filed March 20, 1998.

It is respectfully requested that Applicants be given the benefit of the foreign filing date as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY

By:

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 Eleventh Street, N.W.
Suite 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500
Date: March 16, 1999

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

jc511 U.S. PTO
09/268999
03/16/99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 3月20日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第072900号

出 願 人

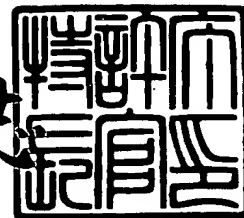
Applicant (s):

富士通株式会社

98年11月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3089632

【書類名】 特許願

【整理番号】 9800151

【提出日】 平成10年 3月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 17/00

【発明の名称】 シミュレーション装置, シミュレーション方法およびシ
ミュレーションプログラムが記録されたコンピュータ読
取可能な記録媒体ならびに設計支援装置

【請求項の数】 22

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 有田 裕一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092978

【弁理士】

【氏名又は名称】 真田 有

【電話番号】 0422-21-4222

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007696

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704824

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 シミュレーション装置、シミュレーション方法およびシミュレーションプログラムが記録されたコンピュータ読取可能な記録媒体ならびに設計支援装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に設計される設計モデルの設計情報に基づいて、上記の設計モデルに配置される標準部品モデルに対する作業をシミュレートするシミュレーション装置であって、

上記標準部品モデルに関連付けられ、上記標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を記憶しておく作業手段モデル情報記憶部と、

上記の設計モデルに配置される標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を、上記設計モデルに配置される標準部品モデルに関する情報に基づき該作業手段モデル情報記憶部を参照することにより抽出する作業手段モデル情報抽出部と、

上記設計モデルの設計情報と該作業手段モデル情報抽出部にて抽出された作業手段モデルに関する情報とに基づいて、上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行する作業シミュレーション実行部とをそなえて構成されたことを特徴とする、シミュレーション装置。

【請求項2】 上記設計モデルに配置される標準部品モデルに関する情報に、当該標準部品モデルに関連付けられた作業手段モデルの属性情報を含む一方、該作業手段モデル情報抽出部が上記属性情報に基づき該作業手段モデル情報記憶部を参照することにより上記作業手段モデルに関する情報を抽出するように構成されたことを特徴とする、請求項1記載のシミュレーション装置。

【請求項3】 該作業手段モデル情報記憶部が、実際の工具のモデルとなる工具モデルかまたは作業者の手のモデルとなる手モデルに関する情報を、上記作業手段モデルに関する情報として記憶すべく構成されたことを特徴とする、請求項1記載のシミュレーション装置。

【請求項 4】 該作業手段モデル情報記憶部にて記憶される上記作業手段モデルに関する情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の作業手段モデル側の基準位置情報を含むとともに、

上記設計モデルの設計情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の標準部品モデル側の基準位置情報を含む一方、

該作業シミュレーション実行部が、

上記の各基準位置情報に基づいて標準部品モデルに対する作業手段モデルの相対的な位置・姿勢関係のシミュレーションを行なうように構成されたことを特徴とする、請求項 1 記載のシミュレーション装置。

【請求項 5】 該作業シミュレーション実行部により上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行しながら、上記作業手段モデルの干渉をチェックする干渉チェック部をそなえて構成されたことを特徴とする、請求項 1 記載のシミュレーション装置。

【請求項 6】 該干渉チェック部が、上記設計モデルに配置された標準部品モデルについて作業手段モデルを用いて作業を行なう際の、上記の作業手段モデルが標準部品モデルに到達するまでの経路を含めて上記作業手段モデルの干渉をチェックするように構成されたことを特徴とする、請求項 5 記載のシミュレーション装置。

【請求項 7】 同一属性に含まれる作業手段モデル毎に、各作業手段モデルの作業性を評価するための基準となる作業性評価係数を記憶する作業性評価係数記憶部と、

該作業シミュレーション実行部による作業シミュレーションの実行の結果と、該作業性評価係数記憶部にて記憶される作業性評価係数とに基づいて、作業性を評価する作業性評価部とをそなえて構成されたことを特徴とする、請求項 2 記載のシミュレーション装置。

【請求項 8】 該作業手段モデル情報記憶部が、作業手段モデル毎に作業のために必要な作業条件に関する情報を、上記作業手段モデルに関する情報として記憶すべく構成されるとともに、

該作業シミュレーション実行部が、該作業手段モデル情報記憶部にて記憶され

た作業手段モデル毎の上記作業条件に関する情報に基づいて、作業シミュレーションを実行するように構成されたことを特徴とする、請求項1記載のシミュレーション装置。

【請求項9】 該作業手段モデル情報記憶部が、上記作業手段モデル毎の作業条件に関する情報として、上記作業手段モデルによる作業の際に必要な作業空間に関する情報を記憶すべく構成されたことを特徴とする、請求項8記載のシミュレーション装置。

【請求項10】 該作業手段モデル情報記憶部において、複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては複数の基準位置情報を記憶しておき、

該作業シミュレーション実行部が、上記複数の操作方法による作業シミュレーションを実行するように構成されたことを特徴とする、請求項4記載のシミュレーション装置。

【請求項11】 該作業手段モデル情報記憶部において、複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては複数の基準位置情報を記憶しておくとともに、該作業シミュレーション実行部が、上記複数の操作方法による作業シミュレーションを実行するように構成され、

かつ、該作業性評価係数記憶部が、上記作業手段モデルの操作方法毎に、作業性を評価するための基準となる作業性評価係数を記憶するとともに、

該作業性評価部が、上記複数の操作方法による作業シミュレーションの実行の結果と、該作業性評価係数記憶部にて上記作業手段モデルの操作方法毎に記憶される作業性評価係数とに基づいて、上記作業手段モデルの操作方法毎の作業性を評価するように構成されたことを特徴とする、請求項7記載のシミュレーション装置。

【請求項12】 上記標準部品モデルとして、締結部品モデル、調整部品モデルおよびコネクタ部品モデルのうちの少なくとも一つを用いるように構成されたことを特徴とする、請求項1記載のシミュレーション装置。

【請求項13】 所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルを配置しながら設計される仮想三次元空間内に表示された設計モデルに関する

データに基づいて、上記設計モデルに配置された標準部品モデルに対して作業を施す作業手段モデルによる作業性のシミュレーションを行なう際に、

上記の作業手段モデルを標準部品モデルと関連付けておき、

上記設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルを取得し、

上記取得した作業手段モデルを用いて、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行し、

かつ、上記シミュレーションの実行過程を上記仮想三次元空間内に表示することを

特徴とする、シミュレーション方法。

【請求項 14】 上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションとして、上記標準部品モデルの組立作業、分解作業、調整作業または保守作業のうちの少なくとも一種類の作業のシミュレーションを行なうことを特徴とする、請求項 13 記載のシミュレーション方法。

【請求項 15】 上記標準部品モデルに対して工具を使用して作業を施す場合には、上記工具および工具を使用する作業者の手を上記作業手段モデルとし、上記作業のシミュレーションを実行することを特徴とする、請求項 13 記載のシミュレーション方法。

【請求項 16】 上記標準部品モデルに対して作業者自身の手により作業を施す場合には、当該作業者の手を上記作業手段モデルとして、上記作業のシミュレーションを実行することを特徴とする、請求項 13 記載のシミュレーション方法。

【請求項 17】 上記作業のシミュレーションを実行過程を上記仮想三次元空間内に表示する際には、使用目的に適した形状の作業手段モデルを上記仮想三次元空間内に表示することを特徴とする、請求項 15 または 16 記載のシミュレーション方法。

【請求項 18】 上記作業のシミュレーションの実行過程として、上記作業手段モデルが対象位置となる標準部品モデルに到達する過程とともに、上記作業手段モデルが予め定義してある条件に基づいて行なわれる作業の態様を表示する

ことを特徴とする、請求項 13 記載のシミュレーション方法。

【請求項 19】 上記作業手段モデルが予め定義してある条件に基づいて行なわれる作業が終了すると、上記標準部品モデルに対して予め定義された条件に基づいて作業手段モデルが上記対象位置から離れていくことを表示するとともに、上記の作業手段モデルが上記対象位置から規定値だけ離れた後に、上記の作業手段モデルまたは作業手段モデルおよび標準部品モデルの表示を消去することを特徴とする、請求項 18 記載のシミュレーション方法。

【請求項 20】 上記の作業手段モデルが標準部品モデルに対して施すべき作業の実行過程において、上記作業手段モデルに干渉が発生している場合には、当該干渉発生状態について表示することを特徴とする、請求項 13 記載のシミュレーション方法。

【請求項 21】 標準化された標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に設計された設計モデルの設計情報に基づいて、上記設計モデルに配置された標準部品モデルに対して作業を施す作業手段モデルによる作業のシミュレーションをコンピュータに実行させるべく、

上記設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルに関する情報を取得する機能と、

上記取得した作業手段モデルに関する情報に基づいて、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行する機能と、

上記シミュレーションの実行過程を上記仮想三次元空間内に表示する機能とを該コンピュータに実現させるためのシミュレーションプログラムが記録されたことを

特徴とする、シミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 22】 所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルに関する情報を記憶する標準部品モデル情報記憶部と、

上記標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に対象物を設計するための支援を行なう設計支援部とをそなえ、

該設計支援部が、

上記標準部品モデル情報記憶部を参照することにより、上記仮想三次元空間内に設計された対象物に配置された上記標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルの属性情報を抽出する属性情報抽出部をそなえとともに、

上記仮想三次元空間内に設計された対象物に関するデータとともに、該属性情報抽出部にて抽出された属性情報に関するデータを設計データとして出力する設計データ出力部をそなえて構成されたことを特徴とする、設計支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(目次)

発明の属する技術分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段 (図1)

発明の実施の形態 (図2～図35)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータ上の仮想三次元空間において、物理的または機械的な特徴付けにより設計された対象物について、組立、分解または調整等の作業を行なう際の作業性をチェックする際に用いて好適な、シミュレーション装置およびシミュレーション方法ならびにシミュレーションプログラムが記録されたコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。

【0003】

【従来の技術】

近年、機器・装置を設計するコンピュータの性能向上や三次元CAD (Computer Aided Design) を用いた設計手法の広まりに伴って、設計対象物についてコンピュータ上で仮想的に組立、分解または調整等の作業を行なう環境を構築することで、設計対象物を実際に試作する前段にコンピュータ上で設計対象物の検査、検

討を行なうという技術が各所で開発されている。

【0004】

このような三次元CADを用いた設計作業としての三次元モデルデータの作成は、通常多大な時間を要し、設計の際に規格で決まっているネジ等の部品を三次元モデルデータとして組み込むことを省略することもあるが、このような場合には省略された部品群を試作段階で組み入れることが困難となる場合もあり、設計ミスを引き起こす要因となっている。

【0005】

したがって、上述の三次元モデルデータの作成の際には、規格で決まっているネジ等の部品を組み込むことを必須作業とすることが必要であるほか、このような部品群に対する作業について、工具または人間の手などの作業の担い側が実際に作業を行なうことができるか否かを、実際の試作に先立ちコンピュータ上で仮想的に検証することも要求される。

【0006】

そこで、設計対象物をコンピュータ上で仮想的に試作する環境を提供し、作業を施すための工具モデルや人間モデルを設計対象物とともにコンピュータ上で扱うという技術がある。これにより、設計対象物に対して施す作業を現実の態様に近づけてレビューを行なうことができる。

ところで、上述のごとき、コンピュータ上の仮想的な三次元空間において装置／機器を組立または分解する時に使用する工具や作業を行なう人間の扱いに関して検証する技術としては、特開平7-132428号公報、特開平8-185431号公報および特開平9-147166号公報にて開示された技術がある。

【0007】

ここで、特開平7-132428号公報にて開示された技術は機器組立工程支援装置に関し、機器の分解・組立の作業を行なう際の工程を明確にするとともに、工程に応じて使用する工具の種類および当該工具の使用期間を明確にし、同時期に同一工具を複数箇所を使用することを避けるようにして、機器の分解・組立に対して使用する工具の物量を少なくしようとするものである。

【0008】

また、特開平8-185431号公報にて開示された技術は設計支援装置に関し、組立ライン毎に定められた設計対象物に応じて、部品と工具や人のモデルをテーブルを用いて関連付けておくことにより、部品名や組立ライン名を入力として、工具使用組立や手による組立を判定するとともに作業担い手としての工具と手の形状若しくは部品と手の形状を検索する一方、取付位置を入力として人間工学的に組立可能かどうかを判断するというものである。

【0009】

特開平9-147166号公報にて開示された技術は組立工具の干渉チェック方法および干渉チェック装置に関し、三次元CADから出力されるデータに基づき、設計対象物の全ての組み付け箇所を検出するとともに組み付けに使用する工具類や金具類を選別し、組み付け箇所と使用する工具類や金具類との関係を示すリストを作成した後に、組み付け箇所に工具を配置した時に工具と部品が干渉するか否かをチェックし、問題が発生すれば組み付け順序を変更してチェックを繰り返すようになっている。

【0010】

例えば、設計対象物を構成する2つの部品に空けられた穴の位置が同じである場合に、それらの穴が当該2つの部品の組み付け作業を行なうための穴として検出するとともに、使用する工具類や金具類を選別するようになっている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述のごとき、三次元空間内における装置／機器を組立または分解する時に使用する工具や作業を行なう人間の扱いに関して検証する技術においては、設計作業が完了した結果としての対象物に適用することが前提であって、設計途中（上流の設計過程）では何ら検証作業が行なわれていない。

【0012】

すなわち、設計が完了した結果に対して初めてこのような検証を行なうと、多数の箇所について設計を修正する必要性が生じることもあり、上流の設計過程において検証を行なって適宜修正しながら設計作業を進めていく場合に比して、作業負荷が高くなる場合があるという課題がある。

さらに、上述の特開平 7-132428 号公報にて開示された技術においては、設計者による設計段階において、設計対象物毎の工程に応じて部品と工具や人のモデルとの関連付けという煩雑な設定作業を行なう必要があり、設計者に対して不要な作業時間が課されてしまうという課題もある。

【0013】

また、上述の特開平 8-185431 号公報にて開示された技術においても、設計者による設計段階において、設計対象物毎の組立ラインに応じて部品と工具や人のモデルとの関連付けという煩雑な設定作業を行なう必要があり、この場合においても、設計者に対して不要な作業時間が課されてしまうという課題がある。

【0014】

さらに、特開平 9-147166 号公報にて開示された技術においては、三次元 CAD から出力されるデータに基づき、例えば設計対象物を構成する 2 つの部品に空けられた穴の位置が同じである場合に、それらの穴が当該 2 つの部品の組み付け作業を行なうための穴として検出しているが、設計対象物によっては、それらの穴が 2 つの部品の組み付け作業を行なうためのものであるとは限らず、現実の機器・装置の組立・分解作業を正しく反映するものではないという課題がある。

【0015】

また、上述の特開平 9-147166 号公報にて開示された技術においては、組み付け箇所と使用する工具類や金具類との関係が一意的に決定され、この関係から組み付けの際に干渉が発生する場合に単に組み付け順序のみを考慮しているため、組み付け部品や工具類を作業環境に応じて選択する余地がなく、組み付け部品や工具類の選択によっては組み付けができる設計対象物も、組み付けができないと判定される場合もある。

【0016】

本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、設計上の問題点を上流の設計段階で発見できるようにするとともに、設計者に対して不要な作業時間を課すことなく作業性を検証できるようにした、シミュレーション装置およびシミュ

レーション方法ならびにシミュレーションプログラムが記録されたコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

図1は本発明の原理ブロック図であり、この図1において、1はシミュレーション装置であり、このシミュレーション装置1は、所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に設計される設計モデルの設計情報に基づいて、上記の設計モデルに配置される標準部品モデルに対する作業をシミュレートするものであって、作業手段モデル情報記憶部3および作業手段モデル情報抽出部2および作業シミュレーション実行部4とをそなえて構成されている。

【0018】

ここで、作業手段モデル情報記憶部3は、標準部品モデルに関連付けられ、上記標準化部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を記憶しておくものである。

作業手段モデル情報抽出部2は、上記の設計モデルに配置される標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を、上記設計モデルの設計情報である当該標準部品モデルに関する情報に基づき、該作業手段モデル情報記憶部3を参照することにより抽出するものである。

【0019】

また、作業シミュレーション実行部4は、作業手段モデル情報抽出部2にて抽出された作業手段モデルに関する情報に基づいて、上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行するものである。（請求項1）。

また、上記設計モデルの設計情報である当該標準部品モデルに関する情報を、当該標準部品モデルに関連付けられた作業手段モデルの属性情報とし、上記の作業手段モデル情報抽出部2が属性情報に基づき該作業手段モデル情報記憶部3を参照することにより上記作業手段モデルに関する情報を抽出するように構成することもできる（請求項2）。

【0020】

さらに、該作業手段モデル情報記憶部 3 を、実際の工具のモデルとなる実工具モデルかまたは作業者の手のモデルとなる手モデルに関する情報を、上記作業手段モデルに関する情報として記憶すべく構成してもよい（請求項 3）。

また、該作業手段モデル情報記憶部 3 を、上記の標準部品モデル毎に記憶される作業手段モデルに関する情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の作業手段モデル側の基準位置情報について記憶しておくように構成する一方、該作業シミュレーション実行部 4 を、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の標準部品モデル側の基準位置情報を上記設計モデルの設計情報とする一方、該作業手段モデル情報記憶部 3 にて記憶された上記作業手段モデル側の基準位置情報を上記作業手段モデルに関する情報として、上記の各基準位置情報に基づいて標準部品モデルに対する作業手段モデルの相対的な位置・姿勢関係をシミュレートするように構成することもできる（請求項 4）。

【0021】

この場合においては、該作業手段モデル情報記憶部 3 において、複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては複数の基準位置情報を記憶しておき、該作業シミュレーション実行部 4 を、上記複数の操作方法による作業シミュレーションを実行するように構成してもよい（請求項 10）。

さらに、該作業シミュレーション実行部 4 により上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行しながら、上記作業手段モデルの干渉をチェックする干渉チェック部をそなえて構成してもよい（請求項 5）。

【0022】

この場合においては、該干渉チェック部を、上記設計モデルに配置された標準部品モデルについて作業手段モデルを用いて作業を行なう際の、上記の作業手段モデルが標準部品モデルに到達するまでの経路を含めて上記作業手段モデルの干渉をチェックするように構成することができる（請求項 6）。

また、同一属性に含まれる作業手段モデル毎に、各作業手段モデルの作業性を

評価するための基準となる作業性評価係数を記憶する作業性評価係数記憶部と、該作業シミュレーション実行部4による作業シミュレーションの実行の結果と該作業性評価係数記憶部にて記憶される作業性評価係数とに基づいて作業性を評価する作業性評価部とをそなえて構成することもできる（請求項7）。

【0023】

さらに、該作業手段モデル情報記憶部3において、複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては複数の基準位置情報を記憶しておくとともに、該作業シミュレーション実行部4を、上記複数の操作方法による作業シミュレーションを実行するように構成し、かつ、該作業性評価係数記憶部を、上記作業手段モデルの操作方法毎に、作業性を評価するための基準となる作業性評価係数を記憶するとともに、該作業性評価部を、上記複数の操作方法による作業シミュレーションの実行の結果と、該作業性評価係数記憶部にて上記作業手段モデルの操作方法毎に記憶される作業性評価係数とに基づいて、上記作業手段モデルの操作方法毎の作業性を評価するように構成することもできる（請求項11）。

【0024】

さらに、該作業手段モデル情報記憶部3を、作業手段モデル毎に作業のために必要な作業条件に関する情報を、上記作業手段モデルに関する情報として記憶すべく構成するとともに、該作業シミュレーション実行部4を、該作業手段モデル情報記憶部にて記憶された作業手段モデル毎の上記作業条件に関する情報に基づいて、作業シミュレーションを実行するように構成することができる（請求項8）。

【0025】

この場合においては、作業手段モデル情報記憶部3を、上記作業手段モデル毎の作業条件に関する情報として、上記作業手段モデルによる作業の際に必要な作業空間に関する情報を記憶すべく構成してもよい（請求項9）。

なお、上記標準部品モデルとして、締結部品モデル、調整部品モデルおよびコネクタ部品モデルのうちの少なくとも一つを用いるように構成してもよい（請求項12）。

【0026】

また、本発明のシミュレーション方法は、所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルを配置しながら設計される仮想三次元空間内に表示された設計モデルに関するデータに基づいて、上記設計モデルに配置された標準部品モデルに対して作業を施す作業手段モデルによる作業性のシミュレーションを行なう際に、上記の作業手段モデルを標準部品モデルと関連付けておき、上記設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルを取得し、該取得した作業手段モデルを用いて、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行し、かつ、上記シミュレーションの実行過程を上記仮想三次元空間内に表示することを特徴としている（請求項 13）。

【0027】

この場合には、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションとして、上記標準部品モデルの組立作業、分解作業、調整作業または保守作業のうちの少なくとも一種類の作業のシミュレーションを行なうことができる（請求項 14）。

さらに、上記標準部品モデルに対して工具を使用して作業を施す場合には、上記工具および工具を使用する作業者の手を上記作業手段モデルとし、上記作業のシミュレーションを実行してもよく（請求項 15）、上記標準部品モデルに対して作業者自身の手により作業を施す場合には、当該作業者の手を上記作業手段モデルとして、上記作業のシミュレーションを実行してもよい（請求項 16）。

【0028】

これらの場合においては、上記作業のシミュレーションを実行過程を上記仮想三次元空間内に表示する際には、使用目的に適した形状の作業手段モデルを上記仮想三次元空間内に表示することができる（請求項 17）。

また、上記作業のシミュレーションの実行過程として、上記作業手段モデルが対象位置となる標準部品モデルに到達する過程とともに、上記作業手段モデルが予め定義してある条件に基づいて行なわれる作業の態様を表示することができる（請求項 18）。

【0029】

この場合には、上記作業手段モデルが予め定義してある条件に基づいて行なわ

れる作業が終了すると、上記標準部品モデルに対して予め定義された条件に基づいて作業手段モデルが上記対象位置から離れていくことを表示するとともに、上記の作業手段モデルが上記対象位置から規定値だけ離れた後に、上記の作業手段モデルまたは作業手段モデルおよび標準部品モデルの表示を消去することができる（請求項19）。

【0030】

また、上記の作業手段モデルが標準部品モデルに対して施すべき作業の実行過程において、上記作業手段モデルに干渉が発生している場合には、当該干渉発生状態について表示することができる（請求項20）。

また、本発明のシミュレーションプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体は、標準化された標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に設計された設計モデルの設計情報に基づいて、上記設計モデルに配置された標準部品モデルに対して作業を施す作業手段モデルによる作業のシミュレーションをコンピュータに実行させるべく、上記設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルに関する情報を取得する機能と、上記取得した作業手段モデルに関する情報に基づいて、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行する機能と、上記シミュレーションの実行過程を上記仮想三次元空間内に表示する機能とを該コンピュータに実現させるためのシミュレーションプログラムが記録されたことを特徴としている（請求項21）。

【0031】

さらに、本発明の設計支援装置は、所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルに関する情報を記憶する標準部品モデル情報記憶部と、上記標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に対象物を設計するための支援を行なう設計支援部とをそなえ、該設計支援部が、上記標準部品モデル情報記憶部を参照することにより、上記仮想三次元空間内に設計された対象物に配置された上記標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルの属性情報を抽出する属性情報抽出部をそなえ、とともに、上記仮想三次元空間内に設計された対象物に関するデータとともに、該属性情報抽出部にて抽出された属性情報に関する

るデータを設計データとして出力する設計データ出力部をそなえて構成されたことを特徴としている（請求項 22）。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照することにより本発明の実施の形態について説明する。

図 2 は本発明の一実施形態を示す機能ブロック図であり、この図 2 において、10 はシミュレーション装置で、このシミュレーション装置 10 は、外部のコンピュータ 30 にて部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に設計された設計モデル（主として設計途中の構造物モデル）に関する情報（設計情報）をファイルデータとして入力されて、この設計モデルを構成する標準部品モデル群（例えばネジ等）に対して作業を施す作業手段モデル（例えばドライバ等）による作業をシミュレートするものである。

【0033】

すなわち、本実施形態にかかるシミュレーション装置 10 は、標準部品モデルに関しての組立作業、分解作業、調整作業または保守作業などの作業についてシミュレーションを行なうものである。換言すれば、シミュレーション装置 10 を動作させることにより、作業手段モデルによる標準部品モデルに対しての作業を、実際の作業と同等の条件で再現させることができるようになっているのである。

【0034】

ここで、標準部品モデルとは、所定の規格モデルに基づき予め標準化された部品モデルであって、例えば部品モデル間を固設させるために用いられる締結部品モデル（例えば締め付けネジ等）、部品モデル間の配置関係を微調整する場合等に用いられる調整部品モデルおよび例えばケーブル等の部品モデルを外部端子と接続させる場合等に用いられるコネクタ部品モデル（例えば電話ケーブルのモジュラージャック等）などがある。

【0035】

また、作業手段モデルとしては、上述の標準部品モデルに対して作業を施すべき実際の工具モデル（ドライバ、スパナ等）のほかに、作業者が直接手で作業を

施す場合の手モデルなどがある。

さらに、外部のコンピュータ 30 は、設計支援部として機能する三次元 CAD システム 31 をそなえるとともに、標準部品モデル情報記憶部として機能する標準部品ライブラリ 32 をそなえて構成され、仮想三次元空間内に設計された設計モデルに関する設計データについてシミュレーション装置 10 に対して出力するようになっている。

【0036】

ここで、三次元 CAD システム 31 は、後述する標準部品モデルを配置しながら仮想三次元空間内に対象物を設計するための支援を行なうものである。換言すれば、この三次元 CAD システム 31 は、外部コンピュータ 30 を構成する図示しないキーボード、マウス等の入力デバイスの操作情報に基づき、後述する標準部品ライブラリ 32 を参照しながら仮想三次元空間内において任意の装置／機器モデルを設計しうる環境を提供するものである。

【0037】

すなわち、三次元 CAD システム 31 を用いた設計では、対象となる装置／機器モデルを設計するために、様々な部品群のモデリングや、モデリングされた部品（以下、単に部品モデルと記載）の配置作業を行なったり、標準部品ライブラリ 32 に蓄積されている標準部品モデルから適切なものを選択的に配置していく作業を行なうようになっている。

【0038】

例えば図 4 に示すように、三次元 CAD システム 31 がコンピュータ 30 上で動作する環境の下で、マウス等の入力デバイスの操作情報に基づき、部品モデル 31 A、31 B をそれぞれ作成（モデリング）した後（ステップ A 1、ステップ A 2）、これらの部品モデル 31 A、31 B について所定の位置関係で標準化された標準部品モデル 31 C を組み付けるように配置するという過程を経ながらアセンブリを作成することで（ステップ A 3）、設計作業を行なうことができるようになっている。

【0039】

なお、上述のコンピュータ 30 において設計されている設計モデルの設計情報

（即ち、三次元CADデータ）については適宜ファイルデータ（設計対象データファイル）に変換されて（ステップA4）、本実施形態にかかるシミュレーション装置10に取り込まれるようになっている。

具体的には、シミュレーション装置10では、記録媒体に保存されたファイル形式でこのファイルデータを取り込んだり、通信回線等を通じて入力されたファイルデータから取り込むことができるようになっている。

【0040】

ところで、標準部品ライブラリ32は、上述の三次元CADシステム31による設計作業の際に共通して用いられる部品モデルについてのモデルデータ（例えば大きさ、形状等の三次元CADデータ）を、所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルのモデルデータとして記憶（定義）しておくものである。

【0041】

例えば、標準部品ライブラリ32では、標準部品モデルとして、ネジ等の締結部品モデル、装置／機器モデルを構成する部品モデル間の配置関係を調整するためのネジ等の調整部品モデルおよび筐体とケーブルとを接続するためのコネクタ類のうちの少なくとも一つのモデルデータを記憶しておくことができる。

また、標準部品ライブラリ32では、上述の標準部品モデルのモデルデータのほかに、標準部品モデル毎に関連付けされた作業手段モデルの属性情報（仮想工具情報）や、標準部品モデルに対して作業手段モデルが作業を施す際の（標準部品モデル側の）基準となる位置情報（基準位置情報）などについても記憶しておくようになっている。

【0042】

具体的には図5に示すように、標準部品ライブラリ32では、例えば標準部品モデルとしての締結部品モデル32-1～32-3のモデルデータを記憶しておくほかに、各締結部品モデル32-1～32-3に対して作業を施すべき工具モデルの属性情報や、その工具モデルによる作業の際の基準位置の情報を記憶しておくようになっている。

【0043】

この場合においては、締結部品モデル32-1, 32-2に対して作業を施すべき工具モデルの属性情報としては「中型ドライバ」を記憶しておき、締結部品モデル32-1, 32-2よりも大型の締結部品モデル32-3に対して作業を施すべき工具モデルの属性情報として「大型ドライバ」を記憶しておくようになっている。

【0044】

なお、工具モデルの属性情報については、上述の「中型ドライバ」, 「大型ドライバ」のごとく、実際に使用される複数種類の工具モデルについて、大きさ、機能等の性質に着目して範疇分けされた仮想的な工具名称（仮想工具情報）を用いることができる。

また、図6に示すように、プラスドライバにより締結される標準部品モデルとしてのネジのモデル32Aにおける上述の基準位置は、位置32A'であり、標準部品ライブラリ32では、このネジのモデル32Aのモデルデータおよび上述の属性情報とともに、基準位置32A'の情報（基準位置情報）についても記憶しておくことができるようになっている。

【0045】

同様に、図7に示すように、六角レンチにより締結される標準部品モデルとしてのネジのモデル32Bに対しての基準位置は、このモデル32Bに対して六角レンチのモデル32Aが作業を施す際の基準となる位置32B'であり、標準部品ライブラリ32では、このネジのモデル32Bのモデルデータおよび上述の属性情報とともに、基準位置32B'の情報（基準位置情報）についても記憶しておくことができるようになっている。

【0046】

コンピュータ30では、三次元CADシステム31の動作により、このような標準部品モデルに関する情報を記憶する標準部品ライブラリ32を参照しながら、設計モデルを生成していくことができるようになっているが、このように生成される設計データを構成する標準部品モデルに関する情報として、（上述のごとき標準部品ライブラリ32に記憶された）属性情報や基準位置情報を含めることができるようになっている。

【0047】

換言すれば、上述の三次元CADシステム31は、標準部品ライブラリ32を参照することにより仮想三次元空間内に設計された対象物としての設計モデルに配置された標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルの属性情報を抽出する属性情報抽出部として機能するとともに、仮想三次元空間内に設計された対象物に関するデータとともに該属性情報抽出部にて抽出された属性情報に関するデータを設計データとしてシミュレーション装置10に出力する設計データ出力部としての機能をも有している。

【0048】

すなわち、シミュレーション装置10にファイルデータとして渡すべき設計情報としては、仮想三次元空間内に配置された標準部品モデルデータとともに、この標準部品モデル毎に関連付けされた作業手段モデルの属性情報および標準部品モデルに対して作業手段モデルが作業を施す際の（標準部品モデル側の）基準となる位置情報（基準位置情報）についても含ませることができるのである。

【0049】

ところで、本実施形態にかかるシミュレーション装置10は、ハードウェア的には図3に示すように、実モデルデータ記憶部11，評価係数データ記憶部12，評価結果記憶部13，シミュレーション実行態様を表示しうるモニタ14および入力操作を行なうためのキーボード15，マウス16をそなえとともに、本実施形態にかかる作業シミュレーションを行なうための各種処理を行なう処理機構20をそなえてなるコンピュータにより構成されている。

【0050】

実モデルデータ記憶部11は、上記標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルとしての実際の工具もしくは手モデルに関する情報を、標準部品ライブラリ32に記憶された各種標準部品モデルに関連付けながら記憶しておくものであり、作業手段モデル情報記憶部として機能する。

また、この実モデルデータ記憶部11は、作業手段モデルに関する情報を、当該作業手段モデルの属性情報と関連付けて実モデルデータとして記憶しておくことができるようになっている。即ち、後述の処理機構20では、この属性情報を

キーとして実モデルデータ記憶部 11 を参照することで、必要な作業手段モデルに関する情報を抽出することができるようになっている。

【0051】

また、実モデルデータ記憶部 11 において作業手段モデルに関連付けされた作業手段モデルの属性情報と、標準部品モデルに関する情報としてに含まれている上述の作業手段モデルの属性情報とが対応するようになっており、この属性情報を通じて、設計データ中の標準部品モデルと、実モデルデータ記憶部 11 中に記憶される作業手段モデルとを関連付けておくことができるようになっている。

【0052】

換言すれば、後述の処理機構 20 では、設計データ中の標準部品モデルに関する情報に含まれている作業手段モデルの属性情報をキーとして、実モデルデータ記憶部 11 を参照することにより、当該標準部品モデルに対して作業を施すべき作業手段モデルに関する情報を抽出できるのである。

さらに、実モデルデータ記憶部 11 は、上述の作業手段モデルに関する情報として、当該作業手段モデルのモデルデータのほかに、標準部品モデルに対して作業を施す際の（作業手段モデル側の）基準となる位置情報（基準位置情報）についても記憶しておくことができるようになっている。

【0053】

具体的には、図 8 に示すように、プラスドライバの実モデル 11A の基準位置は、この実モデル 11A としてのプラスドライバが作業を施す際の基準となる位置 11A' に相当し、実モデルデータ記憶部 11 では、この実モデル 11A のモデルデータとともに基準位置 11A' の情報（基準位置情報）についても記憶しておくことができるようになっている。

【0054】

さらに、実モデルデータ記憶部 11 は、作業手段モデル毎に作業のために必要な作業条件に関する情報、例えば、作業手段モデルによる作業の際に必要な作業空間に関する情報についても記憶しておくようになっている。

例えば、スパナ類などの作業手段モデルでは、作業の性質上、作業を行なう上で周囲に所定の広さの作業空間を要するが、実モデルデータ記憶部 11 では、こ

のような作業手段モデルに関する情報として、作業に際して理想的な作業条件となる理想条件や、通常の作業を行ないうる標準条件や、その作業手段モデルを機能させるための必要最低限の条件や基本回転単位等を記憶しておくようになっている。

【0055】

ところで、作業手段モデルの性質によっては、複数の作業方法で作業を行なうことができるものもあり、作業を行なう際の基準位置についても、作業方法に応じて複数箇所存在することが考えられる。

例えば、六角レンチの実モデル 11B については、長短 2 つの長さの柄のうちで、長さが短い側の柄 11B-1 を標準部品モデル 32B の基準位置となる凹部 32B' に嵌合〔図 9 (b) の①参照〕させて作業を行なう作業方法〔図 9 (a) , 図 9 (b) の②参照〕か、または長さが長い側の柄 11B-2 を標準部品モデル 32B の基準位置となる凹部 32B' に嵌合〔図 10 (b) の①参照〕させて作業を行なう作業方法〔図 10 (a) , 図 10 (b) の②参照〕のうちのいずれかを適用することができる。

【0056】

この場合においては、実モデルデータ記憶部 11 では、この六角レンチの実モデル 11B を用いて、図 9 (a) , 図 9 (b) に示す手法で作業を行なう場合の基準位置 11B'-1 に関する情報を記憶する一方、図 10 (a) , 図 10 (b) に示す手法で作業を行なう場合の基準位置 11B'-2 に関する情報を記憶することができるようになっている。

【0057】

換言すれば、実モデルデータ記憶部 11 においては、上述のごとく複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては複数の基準位置情報を記憶しておくことができるのである。

また、評価係数データ記憶部 12 は、同一属性に含まれる作業手段モデル毎に、各作業手段モデル毎の作業性を評価するための基準となる作業性評価係数を記憶するもので、作業性評価係数記憶部として機能するものである。

【0058】

すなわち、評価係数データ記憶部 12 は、上述の標準部品ライブラリ 32 にて標準部品モデル毎に関連付けされた属性情報に基づく標準的な作業手段モデルによる通常の作業環境における作業性を基準として、各作業手段モデルの作業性を評価するための作業性評価係数を記憶するようになっている。

また、上述のごとく複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては、作業性評価データ記憶部 12 は、当該作業手段モデルの操作方法毎に、作業性を評価するための基準となる作業性評価係数を記憶しておくようになっている。

【0059】

さらに、評価結果データ記憶部 13 は、作業手段モデルによる作業シミュレーションを行なった結果に対する作業性の評価結果と、上述の評価係数データ記憶部 12 にて記憶された作業性評価係数とに基づいて演算された作業性評価結果を記憶しておくものである。

なお、上述の実モデルデータ記憶部 11、評価係数データ記憶部 12 および評価結果データ記憶部 13 は、外部記憶装置としてのディスク装置や、CD-ROM、フロッピーディスク等の記録媒体のほか、回線を介して接続された遠隔のデータベース等により構成することができる。

【0060】

ところで、処理機構 20 は、ハードウェア的には図示しないプロセッサやメモリ等をそなえて構成される一方、機能的には図 2 に示すように全体制御部 21、部品／工具情報管理部 22、シミュレーション演算実行部 23、干渉チェック部 24 および評価結果管理部 25 をそなえて構成され、本実施形態にかかる作業シミュレーションを実行するための各種の処理を行なうことができるようになっている。

【0061】

なお、上述の処理機構 20 における全体制御部 21、部品／工具情報管理部 22、シミュレーション演算実行部 23、干渉チェック部 24 および評価結果管理部 25 としての機能は、例えば CD-ROM やディスク装置等のコンピュータ読取可能な記録媒体からシミュレーションプログラムを取り込んで、このシミュレ

ーションプログラムを処理機構 20 にて動作させることにより実現することができる。

【0062】

ここで、全体制御部 21 は、処理機構 20 にて行なわれる処理全体を統轄的に制御するもので、キーボード 15、マウス 16 からの操作命令情報等の受け付けを行なったり、ファイルデータとして入力された前述のコンピュータ 30 からの設計情報に基づいて、他の機能部 22～25 に対して必要な処理の依頼やデータアクセスを行なったり、各種処理結果やキーボード 15、マウス 16 による操作命令の実行結果をモニタ 14 にて表示すべくモニタ 14 を表示制御するものである。

【0063】

また、部品／工具情報管理部 22 は、前述のコンピュータ 30 からの設計情報を構成する、仮想三次元空間内の設計モデルに配置された標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルの属性情報を全体制御部 21 を介して入力されて、この属性に対応作業手段モデルデータを、実モデルデータ記憶部 11 を参照することにより取り出すものである。

【0064】

具体的には、部品／工具情報管理部 22 においては、全体制御部 21 からの属性情報と対応する作業手段モデルデータが記憶されている実モデルデータ記憶部 11 上のアドレス情報との対応付けを行なうために設けられたアドレス変換テーブル（図示せず）等を参照する。

このようにして、例えば属性情報（仮想工具情報）としての「中型ドライバ」に対応する作業手段モデルの記憶領域（この場合には例えば工具セット 110A～110C 等）の作業手段モデルに関する情報を取り出すことができるのである（図 5 参照）。

【0065】

これにより、部品／工具情報管理部 22 では、取り出された作業手段モデルに関する情報（モデルデータおよび基準位置情報を含む）と、全体制御部 21 からの標準部品モデルに関する情報（モデルデータおよび基準位置情報を含む）とを

、属性情報に基づいて関連付けて管理しておくことができ、標準部品および実工具に関する情報の情報管理の効率化を図っている。

【0066】

したがって、上述の全体制御部21および部品／工具情報管理部22により、設計モデルに配置される標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を、設計モデルの設計情報を構成する標準部品モデルに関する情報に基づき実モデルデータ記憶部11を参照することにより抽出する作業手段モデル情報抽出部として機能することになる。

【0067】

この場合においては、設計モデルに配置される標準部品モデルに関する情報に、当該標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルの属性情報を含めることができ、部品／工具情報管理部22では、この属性情報に基づき実モデルデータ記憶部11を参照して作業手段モデルを抽出しているのである。

シミュレーション演算実行部23は、仮想三次元空間内に設計される設計モデルに配置される標準部品モデルに対する作業をシミュレートするための各種演算処理を行なうものである。従って、このシミュレーション演算実行部23における演算により、作業手段モデルの位置を仮想三次元空間内で移動させて、この作業手段モデルが標準部品モデルに作業を施す際の動作を再現させることができるようになっている。

【0068】

すなわち、上述のシミュレーション演算実行部23における演算により、仮想三次元空間内における作業シミュレーションの実行過程または実行結果としての三次元CADデータを生成することができるようになっており、このシミュレーション演算実行部23にて演算により生成された三次元CADデータを用いることにより、全体制御部21では作業シミュレーションの様子をモニタ14上に表示制御することができるようになっている。

【0069】

換言すれば、上述の全体制御部21およびシミュレーション演算実行部23により、ファイルデータとして入力される設計モデルの設計情報と、部品／工具管

理部 22 にて抽出された作業手段モデルに関する情報とに基づいて、上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行する作業シミュレーション実行部として機能するようになっている。

【0070】

また、上述の全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 においては、実モデルデータ記憶部 11 にて記憶された作業手段モデル毎の上記作業条件に関する情報に基づいて、作業シミュレーションを実行することができるようになっている。

例えば、スパナ類などのように、作業の性質上、作業を行なう上で周囲に所定の広さの作業空間を要する作業手段モデルによる作業シミュレーションを実行する際には、全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 では、この作業手段モデルによる作業に際しての理想条件、標準条件、必要最低限の条件または基本回転単位等を実モデルデータ記憶部 11 から取り出して、これらの条件に基づく作業シミュレーションを実行することができるのである。

【0071】

さらに、全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 では、六角レンチなどのように、複数の方法で操作することが可能な作業手段モデルに対しては、当該複数の操作方法による作業シミュレーションを予め設定された優先順位に基づいて実行するようになっている。

干渉チェック部 24 は、上述の全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 により、標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行しながら、この作業手段モデルの他の部品モデルとの干渉をチェックするものである。

【0072】

換言すれば、干渉チェック部 24 は、上述の全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 にて生成される三次元 CAD データに基づいて、作業手段モデルが標準部品モデルに対して施す作業過程において、この作業手段モデルが他の部品モデルと干渉するか否かをチェックするものである。

評価結果管理部 25 は、上述の全体制御部 21 およびシミュレーション演算実

行部 23 による作業シミュレーションの実行の結果と、全体制御部 21 を介して入力される、評価係数データ記憶部 12 にて記憶される作業性評価係数とに基づいて、作業性を評価するための演算処理を行なうものであり、これら評価結果管理部 25 および全体制御部 21 により、作業性評価部としての機能を実現する。

【0073】

換言すれば、評価結果管理部 25 では、シミュレーション演算実行部 23 による作業手段モデルの作業シミュレーションの実行結果と、評価係数データ記憶部 12 にて記憶される作業性評価係数とに基づき、標準的な作業環境を基準として作業性を評価するためのデータを算出するようになっており、算出結果は評価結果データ記憶部 13 に記憶される。

【0074】

さらに、作業結果管理部 25 は、例えば六角レンチ等のように、複数の操作方法による作業を行ないうる作業手段モデルについては、当該複数の操作方法による作業シミュレーションの実行の結果と、評価係数データ記憶部 12 にて当該作業手段モデルの操作方法毎に記憶される作業性評価係数とに基づいて、この作業手段モデルの操作方法毎の作業性を評価するためのデータを算出するようになっている。

【0075】

上述の構成により、本発明の一実施形態にかかるシミュレーション装置 10 の処理機構 20 では、所定の規格モデルに基づき予め標準化された標準部品モデルを配置しながら設計された仮想三次元空間内の設計モデルに関するデータ（設計情報）をファイルデータとしてコンピュータ 30 から入力されて、この標準部品モデルに対する作業のシミュレーションを行ない、結果をモニタ 14 で表示する。

【0076】

すなわち、全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 において、このファイルデータに基づいて設計モデルに配置された標準部品モデルに関して作業手段モデルによる作業のシミュレーションを行なうことを通じて、作業手段モデルが標準部品モデルまで干渉なく到達できる経路が存在するか否かを確認す

るとともに、作業手段モデルが作業を施す際に必要な作業範囲量が確保できているか否かを確認することができる。

【0077】

なお、このシミュレーション装置 10 の実モデルデータ記憶部 11 では、作業手段モデルに関する属性情報を、設計モデルを構成する標準部品モデルに対して使用すべき作業手段モデルの属性情報と対応付けて記憶している。

これにより、ファイルデータを構成する設計情報中の標準部品モデルに関する情報（即ち、この標準部品モデルに対して作業を施すべき作業手段モデルの属性情報）を、実モデルデータ記憶部 11 に記憶される作業手段モデルの属性情報に対応させるようになっており、これにより、これら作業手段モデルおよび標準部品モデルを関連付けている。

【0078】

上述のごとき標準部品モデルおよび作業手段モデルの関連付けにより、シミュレーション装置 10 において、設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに対する作業シミュレーションを開始するにあたっては、対象となる標準部品モデルに対する作業手段モデルに関する情報を速やかに獲得して、上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行し、シミュレーションの実行過程をモニタ 14 にて表示している。

【0079】

すなわち、図 11 に示すように、シミュレーション装置 10 の処理機構 20 においては、コンピュータ 30 から取り込まれた三次元 CAD システム 31 による対象物の設計データについて、キーボード 15 またはマウス 16 の操作に基づく指示を受けることにより、設計モデルにおける標準部品モデルの作業シミュレーションを実行する（ステップ B1）。

【0080】

具体的には、シミュレーション装置 10 の処理機構 20 では、キーボード 15 またはマウス 16 により、仮想三次元空間内の設計モデルに配置された部品モデルのうちのある標準部品モデルを指定し、この指定された標準部品モデルに対して作業を施すべき作業手段モデルを部品／工具情報管理部 22 において実モデル

データ記憶部 11 を参照して速やかに取り出したのち、作業シミュレーションを実行するのである。

【0081】

ここで、全体制御部 21 では、上述のごとく指定された標準部品モデルに対して作業を施すべき作業手段モデルの属性情報を、コンピュータ 30 から取り込まれたファイルデータから抽出し、部品／工具情報管理部 22 では、抽出された属性情報をもとに実モデルデータ記憶部 11 を参照することにより、上述の属性に含まれる作業手段モデルに関する情報を取得する（ステップ B2）。

【0082】

なお、部品／工具情報管理部 22 における作業手段モデルに関する情報を取得した結果、上述の属性に該当する作業手段モデルが複数存在する場合には、全体制御部 21 では、予め作業手段モデル毎に設定された優先順位に基づいて、優先度の高い作業手段モデルから作業シミュレーションを実行するための演算処理をシミュレーション演算実行部 23 に指示する。

【0083】

例えば、設計モデルに配置された標準部品モデルの属性情報が「中型ドライバ」（図 5 参照）である場合には、全体制御部 21 では、この属性情報をキーとして実モデルデータ記憶部 11 を参照することにより工具セット 110A に関する情報を取り込む。

この場合においては、設計モデルに配置された標準部品モデルは、使用すべき工具情報（仮想工具情報）として情報「中型ドライバ」を有しており、部品工具／情報管理部 22 では、情報「中型ドライバ」をもとに実際の工具モデル（実モデル）に関する情報としての工具セット 110A を実モデルデータ記憶部 11 から取得するのである。

【0084】

一方、全体制御部 21 では、この工具セット 110A を構成する 2 本のドライバのうちで、予め設定された優先順位に基づき使用すべきドライバとして優先度の高いドライバ（例えば 2 つのドライバのうちで柄の長い方のドライバ）から先行して作業シミュレーションを実行するための演算処理を開始するようシミュレ

ーション演算実行部 23 に指示する。

【0085】

なお、上述の優先度としては、評価係数データ記憶部 12 にて記憶されている同一属性の作業手段モデル毎の作業性についての評価係数に基づいて、作業性が高いとされる作業手段モデルから優先度を高く設定しておくことができる。

また、全体制御部 21 では、単一の作業手段モデルについて使用方法が複数存在する場合においても、上述の場合と同様に、複数の使用方法を有する作業手段モデルについて予め使用方法毎に設定された優先順位に基づき、優先度の高い使用方法から作業シミュレーションを実行するための演算処理をシミュレーション演算実行部 23 に指示する。

【0086】

この場合においても、上述の優先度として、評価係数データ記憶部 12 にて記憶されている同一作業手段モデルにおける操作方法に応じて設定された作業性評価係数に基づいて、作業性が高いとされる作業手段モデルから優先度を高く設定しておくことができる。

さらに、全体制御部 21 では、部品／工具情報管理部 22 にて取得した作業手段モデルに関する情報を受けて、作業シミュレーションを実行すべき作業手段モデルについて上述の設計モデルとともにモニタ 14 にて表示すべくモニタ 14 を表示制御する（ステップ B3）。これにより、シミュレーション装置 10 内において処理される三次元 CAD データとして、設計データとともに作業手段モデルのデータを同時に扱っている。

【0087】

さて、シミュレーション演算実行部 23 では、上述の全体制御部 21 からのシミュレーション実行のための演算処理の指示を受けると、仮想三次元空間内における対象となる標準部品モデルの基準位置情報と作業手段モデルの基準位置情報とから到達経路確認用の経路を算出する（ステップ B4）。

なお、上述したように、上述の標準部品モデルの基準位置情報はコンピュータ 30 から入力された設計データとしてのファイルデータ中に含まれる一方、作業手段モデルの基準位置情報は、部品／工具情報管理部 22 にて実モデルデータ記

億部 11 を参照することにより取り込まれた作業手段モデルに関する情報に含まれており、シミュレーション演算実行部 23 では、上述の各基準位置情報に基づいて、到達経路確認用の経路を算出しているのである。

【0088】

上述のごとく、到達経路確認用の経路を算出すると、これら標準部品モデルおよび作業手段モデルのモデルデータから、この作業手段モデルを経路上で移動させる際の単位移動間隔（最小間隔）を算出する（ステップ B6）。

続いて、シミュレーション演算実行部 23 における演算により、上述のごとく算出された単位移動間隔分、到達経路確認用の経路を辿って作業手段モデルの位置が標準部品モデルに近づくように移動した位置／姿勢データを生成する（ステップ B7）。

【0089】

換言すれば、全体制御部 21 およびシミュレーション演算実行部 23 では、作業手段モデルの基準位置情報と標準部品モデルの基準位置情報とに基づいて標準部品モデルに対する作業手段モデルの相対的な位置・姿勢関係のシミュレーションを行なっている。

干渉チェック部 24 では、上述のごとく単位移動間隔分移動した三次元 CAD データに対して干渉チェック処理を行なう。すなわち、干渉チェック部 24 では、シミュレーション演算実行部 23 における演算により生成された三次元 CAD データに基づいて、作業手段モデルが他の部品モデルや標準部品モデルと干渉が発生しているか否かをチェックしている（ステップ B8～ステップ B10）。

【0090】

換言すれば、干渉チェック部 24 では、設計モデルに配置された標準部品モデルについて作業手段モデルを用いて作業を行なう際の、上記の作業手段モデルが標準部品モデルに到達するまでの経路を含めて作業手段モデルの干渉をチェックしている。

すなわち、この干渉チェック部 24 においては、作業手段モデルが対象となる標準部品モデル以外のものと干渉が発生するか、作業手段モデルが標準部品モデルの基準位置に到達するか、または標準部品モデルと干渉が発生するまで、シミ

ュレーション演算実行部 23 では上述の作業手段モデルの位置を標準部品モデルに近づくように移動させながら、この作業手段モデルの移動の状態について全体制御部 21 を介してモニタ 14 にて表示させる（ステップ B8～ステップ B10 の各 NO ルートを経てステップ B11）。

【0091】

つまり、装置／機器モデルに配置された標準部品モデルについて作業手段モデルを用いて作業を行なう際の、作業手段モデルが標準部品モデルに到達するまでの経路、換言すれば、作業手段モデルを標準部品モデルの作業位置にあわせる到達経路を含めてシミュレーションを実行している。

具体的には、標準部品モデルに関する情報として例えば図 6 に示す符号 32A' に示すような基準位置情報を有するとともに作業手段モデルに関する情報として例えば図 8 の符号 11A' に示すような基準位置情報を有していることを利用し、必要に応じて干渉チェックを行ないながら、作業手段モデルの基準位置を標準部品モデルの基準位置にあわせる方向に近づけていくのである。

【0092】

このようなシミュレーション演算実行部 23 の演算とともに干渉チェック部 24 による干渉チェックを行ないながら、全体制御部 21 による制御に基づいてモニタ 14 にてシミュレーション経過を表示することを通じて（ステップ B11）、単位移動間隔で作業手段モデルが移動する様子をモニタ 14 にて表示させながら、作業を開始する際の作業手段モデルが標準部品モデルの位置に到達するまでの到達経路の確認をシミュレートしているのである。

【0093】

換言すれば、図 13（a）に示すように、作業手段モデルとしてのドライバのモデル 110A-1 が標準部品モデルとしてのネジのモデル 32-1 に到達する過程において、ドライバのモデル 110A-1 が他の部品モデル 33 と干渉している場合には干渉チェック部 24 においてその旨を出力することで、干渉発生により作業に支障があることを判別することができる。

【0094】

この作業シミュレーションの結果、例えば図 13（b）に示すように、ドライ

バのモデル 110A-1 が他の部品モデル 33 との干渉がなくネジのモデル 32-1 に到達した場合には、干渉チェック部 24 では干渉発生は検出されることはないが、図 13 (a) に示すように、ドライバのモデル 110A-1 がネジのモデル 32-1 に到達する過程において他の部品モデル 33 と干渉が発生している場合には、干渉チェック部 24 では干渉発生を検出する。

【0095】

なお、図 16～図 19 は、設計モデル 41 上に配置されたネジのモデル（標準部品モデル）42 に対して作業を施すべきドライバのモデル（作業手段モデル）43 の到達経路の確認の際のモニタ 14 上の表示態様の一例を示すものである。

すなわち、この図 16～図 19 においては、モニタ 14 上に、ドライバのモデル（作業手段モデル）43 が他の部品モデルと干渉せずに到達経路確認用の経路を辿りつつ単位移動間隔ずつ移動して（図 16 から図 17 あるいは図 17 から図 18 参照）、モデル 42 の位置まで到達することが表示された場合の一例を示している。

【0096】

ここで、上述のごとく作業手段モデルを対象となる標準部品モデルに近づけながら干渉チェック部 24 による干渉チェックを行なった結果、作業手段モデルが標準部品モデル以外のものと干渉が発生した場合には、全体制御部 21 による制御に基づいて、モニタ 14 に作業手段モデルの移動後に発生する干渉状態を表示させる（ステップ B8 の YES ルートからステップ B12）。

【0097】

換言すれば、モニタ 14 では、作業手段モデルが標準部品モデルに対して施すべき作業の実行過程において、上記作業手段モデルに干渉が発生している場合には、当該干渉発生状態について表示する。

この場合においては、シミュレーション演算実行部 23 において作業手段モデルの到達経路を確認した際に、特定軸回りの作業手段モデルの回転が許容される場合には（ステップ B13 の YES ルート）、シミュレーション演算実行部 23 では、この作業手段モデルの位置を当該特定軸回りに既定値分だけ回転させた三次元 CAD データを演算により生成したのち（ステップ B14）、あらためて到

達経路確認用の経路とともに単位移動間隔を算出する（ステップB4，ステップB6）。

【0098】

例えばスパナ類などのように、標準部品モデルと作業手段モデルの基準位置をあわせる際に特定軸回りの回転が定義されている場合においては、回転をさせなかった場合に到達経路が確認できなかった場合においても、その他の回転状態をもとに到達経路が確認できればよいのである。

また、シミュレーション演算実行部23において作業手段モデルの到達経路を確認した際に、特定軸回りの作業手段モデルの回転が許容されない場合において（ステップB13のNORルート）、当該作業手段モデルに他の使用方法が存在する場合には（ステップB15のYESルート）、シミュレーション演算実行部23では、その使用方法による作業手段モデルの基準位置を用いて（ステップB16）、あらためて到達経路確認用の経路とともに単位移動間隔を算出する（ステップB4，ステップB6）。

【0099】

上述のごとく、あらためて到達経路確認用の経路とともに単位移動間隔を算出すると、再度、全体制御部21およびシミュレーション演算実行部23において到達経路確認のためのシミュレーションを実行し、干渉チェック部24にて上述のごとく干渉チェックを行ないながらモニタ14上で作業手段モデルを標準部品モデルに近づける（ステップB7，ステップB8～ステップB10の各NORルートおよびステップB11による閉ループ）。

【0100】

なお、上述のステップB15において、作業手段モデルに他の使用方法が存在しない場合においては、全体制御部21では、上述の標準部品モデルの属性情報に関し、他に使用可能な作業手段モデルがあるか否かを判定する（ステップB17）。

ここで、他に使用可能な作業手段モデルがある場合には、全体制御部21では当該作業手段モデルをモニタ14にて表示させて、上述の場合と同様の干渉チェックを伴った到達経路確認のためのシミュレーションを実行し（ステップB17

のYESルートからステップB4～ステップB11)、他に使用可能な作業手段モデルがない場合には、全体制御部21では現在までの過程を記録して、シミュレーション結果として図示しない印字装置やモニタ14を通じて通知する(ステップB18, ステップB19)。

【0101】

ところで、上述のステップB9またはステップB10において、作業手段モデルが他の部品モデルと干渉が発生することなく標準部品モデルの位置まで到達した場合(作業手段モデルが標準部品モデルに到達したか、または作業手段モデルと標準部品モデル42とで干渉が発生したことを検出した場合)には、全体制御部21では、モニタ14にて対して当該移動後の状態を表示させるとともに(ステップB20; 前述の図19参照)、評価結果管理部25において、到達経路確認に関する作業性評価係数を算出し、算出結果を評価結果データ記憶部13に記録する(ステップB21)。

【0102】

上述のごとく、作業手段モデルが遠隔位置から標準部品モデルの位置まで到達するまでの経路の確認が行なわれ、この作業手段モデルが標準部品モデルの位置に干渉せずに到達しうる経路が確認できた場合には、続いて当該作業手段モデルが標準部品モデルに対して施す作業のシミュレーションを実行して、作業範囲量の確認を行なうことができる。

【0103】

すなわち、実際の工具等の作業手段が標準部品に対して作業を施すことによって、対象物の組立作業、分解作業あるいは調整作業などの作業を行なう場合には、工具モデルの性質によっては当該工具形状以外の作業空間を必要とするものがあり、この場合には、設計モデルに配置された標準部品モデルの周辺に、このような作業空間があるか否かを確認する必要があるのである。

【0104】

例えば図14に示すように、標準部品モデルとしてのボルトのモデル51に対して、スパナのモデル52で作業を施す場合、このスパナのモデル52の作業範囲としては、360度にわたる作業空間(符号S参照)が確保されていれば理想

的であるが、他の部品との干渉により、例えば240度の範囲（符号R参照）でしか作業範囲が確保できない、あるいは120度の範囲（符号Q参照）、でしか作業範囲が確保できないなどの状況が発生し、作業範囲の広さによって作業性が変化するという性質を有している。

【0105】

すなわち、工具モデルが対象となる標準部品モデルの位置に干渉なく到達できたとしても、その工具モデルを適切に使用できる保証はない。そこで、上述のステップB20、B21において所定の位置に到達したことをチェックした後で、必要があれば工具モデルについての作業性のチェックも行なう。

なお、上述の工具モデルについての作業性チェックの要否については、キーボード15またはマウス16を介して設定してもよく、標準部品モデルに関するデータや作業手段モデルに関するデータから全体制御部21にて判断するように構成してもよい。

【0106】

ここで、図12に示すように、作業手段モデルで標準部品モデルに作業を施す際には、作業範囲の確認が必要でない場合には（ステップB22のNORルート）、上述の到達経路確認に関してのシミュレーション結果を通知する一方（ステップB19）、作業範囲の確認が必要である場合には（ステップB22のYESルート）、シミュレーション演算実行部23では、作業範囲データに基づき、最小単位作業量（移動量もしくは回転量等）を算出する（ステップB23）。

【0107】

例えば図14に示すようなスパナのモデル52では、ボルトのモデル51に対して作業を施す際の最小の作業範囲は60度回転させた場合の範囲（符号P参照）であり、シミュレーション演算実行部23では、作業手段モデルとしてモデル52を使用する場合には、上述の最小単位作業量の算出結果として60度回転の作業量が算出される。

【0108】

このようにシミュレーション作業演算部23において最小単位作業量を算出すると、続いて、シミュレーション演算実行部23における演算により、上述のご

とく算出された最小単位作業量分、作業手段モデルを動作させた位置／姿勢データを生成する（ステップB24）。

このシミュレーション作業演算部23による三次元CADデータの演算により作業手段モデルを動作させると、干渉チェック部24では、シミュレーション演算実行部23における演算により生成された三次元CADデータに基づいて、作業手段モデルが他の部品モデルや標準部品モデルと干渉が発生しているか否かをチェックしている（ステップB25）。

【0109】

上述のごとく最小単位作業量分だけ作業手段モデルを動作させた場合において、この作業手段モデルが対象となる標準部品モデル以外と干渉が生じていない場合には、その移動後の作業手段モデルとともに設計モデルをモニタ14にて表示させ、以降同様に、作業手段モデルが他の部品モデルと干渉が発生しなければ、最小単位作業量ずつ移動させながら干渉チェックを行なうとともに移動後のモデルをモニタ14にて表示するという処理を繰り返す。

【0110】

換言すれば、干渉チェック部24において対象となる標準部品モデル以外と干渉が生じたことを検出するか、干渉がなく工具理想作業条件を満足していることが検出されるまで、上述の最小単位作業量ずつ作業手段モデルを動作させながら、この作業手段モデルによる動作の様子をモニタ14に表示させる（ステップB24、ステップB25のNORルート、ステップB26のNORルートおよびステップB27により構成される閉ループ）。

【0111】

ここで、上述のごとく作業手段モデルを動作させながら干渉チェック部24による干渉チェックを行なった結果、作業手段モデルが標準部品モデル以外のものと干渉が発生した場合には、全体制御部21による制御に基づいて、モニタ14に作業手段モデルの移動後に発生する干渉状態を表示させる（ステップB25のYESルートからステップB28）。

【0112】

換言すれば、モニタ14では、作業手段モデルが標準部品モデルに対して施す

べき作業の実行過程において、上記作業手段モデルに干渉が発生している場合には、当該干渉発生状態について表示する。

この場合において、作業手段モデルによる作業動作を仮想三次元空間内で行なったことで、干渉が発生しない作業量が確認されている場合、換言すれば少なくとも最小単位作業量で動作させても干渉が発生しないという条件を満たすような作業条件が前述のステップB24～ステップB27の処理で確認されている場合には、シミュレーション演算実行部23では、当該作業手段モデルそのものの基本的な作業単位量を考慮して、作業を行なうことが可能な作業範囲量を算出する（ステップB29のYESルートからステップB37）。

【0113】

同様に、作業手段モデルによる作業動作を仮想三次元空間内で行なったことで、理想的な作業条件で動作させても干渉が発生しない場合においても、シミュレーション演算実行部23では、当該作業手段モデルそのものの基本的な作業単位量を考慮して、作業を行なうことが可能な作業範囲量を算出する（ステップB26のYESルートからステップB37）。

【0114】

具体的には、図15に示すボルトのモデル51に対して作業を施すスパナのモデル5'は、他の部品モデル53との間での干渉が発生しない範囲でのみ作業可能であって、最大90度の範囲内（図15における角度 α 参照）において回転可能である。この場合においては、工具の基本的な回転単位が60度であるため、シミュレーション演算実行部23では上述の最小単位作業量として作業範囲60度（図15における角度 β 参照）と算出することができる。

【0115】

上述のごとく作業範囲量が算出された場合には、評価結果管理部25において、当該作業範囲量に対する作業性評価係数を算出し、算出結果を評価結果データ記憶部13に記録したのち（ステップB38）、全体制御部21では現在までの過程（例えば作業手段モデルの到達経路確認結果、作業範囲量の算出確認結果および作業性評価結果）をシミュレーション結果として図示しない印字装置やモニター14等を通じて通知する（ステップB19）。

【0116】

なお、この場合においては、作業範囲量が確認された作業手段モデルについては、作業を施した標準部品モデルの位置からもとの到達経路の逆経路を辿り、予め定義された条件（例えば前述の単位移動間隔毎に）離れていくようにモニタ 14 上で表示する一方、作業手段モデルが上記対象位置から規定値だけ離れた後に、上記の作業手段モデルの表示を消去する。

【0117】

例えば図 16 に示すような、設計モデル 4 1 上に配置された標準部品モデルとしてのネジのモデル 4 2 に対して作業手段モデルとしてのドライバのモデル 4 3 を用いた作業のシミュレーションを実行すると、このシミュレーション結果として、モニタ 14 を通じて図 17～図 24 に示すような一連の態様を表示することができる。

【0118】

すなわち、この標準部品モデルとしてのネジのモデル 4 2 に対して作業を施すべき作業手段モデルとして表示されたドライバのモデル 4 3 が、算出された到達経路確認用の経路を辿って単位間隔毎に移動し（図 17 から図 18 あるいは図 18 から図 19 参照）、ネジのモデル 4 2 の位置まで到達する（図 19 参照）。

ここで、作業範囲の確認を行なう場合には、続いてドライバのモデル 4 3 によるネジのモデル 4 2 に対する作業のシミュレーションを行ない、作業手段モデルによる作業に必要な作業範囲量の確認を行なう（図 20）。

【0119】

換言すれば、モニタ 14 では、作業のシミュレーションの実行過程として、ドライバのモデル 4 3 が対象位置となるネジのモデル 4 2 に到達する過程とともに、ドライバのモデル 4 3 が予め定義してある条件に基づいて行なわれる作業の態様を表示している。

作業が終了すると、ドライバのモデル 4 3 がネジのモデル 4 2 の位置からもとの経路を辿って離れていき（図 21～図 23）、このドライバのモデル 4 3 がネジのモデル 4 2 の位置から所定間隔離れると、このドライバのモデル 4 3 の表示が消去される（図 24）。

【0120】

換言すれば、モニタ14では、ドライバのモデル43が予め定義してある条件に基づいて行なわれる作業が終了すると、ネジのモデル42に対して予め定義された条件に基づいてドライバのモデル43が対象位置としてのネジのモデル42から離れていくことを表示するとともに、ドライバのモデル43がこの対象位置から規定値だけ離れた後に、ドライバのモデル43の表示を消去する。

【0121】

なお、この場合において、ドライバのモデル43によりネジのモデル42を除去する作業のシミュレーションを行なっている場合には、当該ドライバのモデル43がこの対象位置から規定値だけ離れた後に、ドライバのモデル43およびネジのモデル42の表示を消去する。

ところで、上述の作業手段モデルによる作業の際に、最小単位作業量分だけ動作させても干渉が発生し、条件を満たす特定の作業条件がない場合において（ステップB29のNOルート）、経路確認時に特定軸回りの作業手段モデルの回転が許容されれば（ステップB30のYESルート）、シミュレーション演算実行部23の演算により、当該作業手段モデルを特定軸回りに回転させるように位置・姿勢データを生成し、前述の場合と同様に作業手段モデルを動作させながら干渉チェックを行なう（ステップB31からステップB24）。

【0122】

すなわち、例えば前述の図14に示すようなスパナのモデル52により作業が施されるボルトのモデル51では、作業手段モデルとしてのスパナのモデル52との位置関係を複数種確認する必要がある。例えば、ボルトのモデル51の基準位置とスパナのモデル52の基準位置とを合わせた結果干渉が発生したとしても、スパナのモデル52を60度ねじった位置関係の場合には干渉が発生しない場合があるためである。

【0123】

また、上述の経路確認時に特定軸回りの作業手段モデルの回転が許容されなくても（ステップB30のNOルート）、当該作業手段モデルに他の使用方法が存在する場合には（ステップB32のYESルート）、その使用方法による基準位

置を用いることにより、あらためて最小単位作業量を算出した後、作業手段モデルを動作させながら干渉チェックを行なうことを通じ、作業範囲量の確認を行なう（ステップB33からステップB23）。

【0124】

さらに、上述の作業手段モデルに他の使用方法も存在しない場合においても（ステップB32のNORルート）、対象となる標準部品モデルについて他に使用可能な作業手段モデルが存在する場合には（ステップB34のYESルート）、部品／工具情報管理部22にて当該作業手段モデルを読み出したのちにモニタ14にて表示させて、あらためて到達経路確認のためのシミュレーションを実行する（ステップB36からステップB3）。

【0125】

また、上述の作業手段モデルに他の使用方法も存在しない場合において（ステップB32のNORルート）、他に使用可能な作業手段モデルもない場合には（ステップB34のNORルート）、全体制御部21では現在までの過程を記録して、シミュレーション結果として図示しない印字装置やモニタ14を通じて通知する（ステップB35、ステップB19）。

【0126】

したがって、例えば前述の図5に示すように、標準部品モデル32-1に対して2本のドライバ110A-1、110A-2を含む工具セット110Aが作業手段モデルとして関連付けられるように、複数の作業手段モデルが標準部品モデルに関連付けされている場合には、同時に2つのドライバを用いて作業シミュレーションを行なうわけではなく、予め定義しておいた優先順位によって使用順番を決めている。

【0127】

例えば図5中の工具セット110Aにおいて長さの短い方のドライバ110A-1の優先順位が高ければ、まず先に長さの短い方のドライバ110A-1を用いてシミュレーションを実行する。その結果、例えば図13(a)に示すように干渉が発生して、使用不可能となると、図5中の工具セット110Aにおける長さが長い方のドライバ110A-2を用いて再度シミュレーションを行なうので

ある。

【0128】

この結果、例えば図 13 (b) に示すように干渉が発生しなければ締結部品としての標準部品モデル 32-1 の組立は可能であると判断し、モニタ 14 にその旨表示するとともに、評価結果管理部 25 にて算出された低い優先順位を持つ長いドライバ 110A-2 を用いた場合の作業性評価結果を評価結果データ記憶部 13 に記憶するのである。

【0129】

ところで、上述の図 11 および図 12 においては、作業手段モデルとして主としてドライバや六角レンチ等の工具モデルを用いた場合の作業手段モデルの作業シミュレーションの動作例を詳述したが、この他に標準部品モデルに対して人間の手のモデルを用いて作業を施す場合においても、上述の場合と同様の作業シミュレーションを行なうことができる。

【0130】

すなわち、標準部品モデルに対して作業者自身の手により作業を施す場合には、当該作業者の手を作業手段モデルとし、この作業手段モデルの他の部品モデルに対する相対的な大きさ、作業範囲または作業方法を確認すべく、作業のシミュレーションを実行することができる。

この場合においては、複数の工具モデル情報に標準部品モデルが関連付けされるということは、異なる大きさの手モデルに標準部品モデルが関連付けされることに相当し、工具モデルに複数の使い方を有するものがあることは、手モデルが握ったり摘んだりするといった複数種類の作業の手法があることに相当する。

【0131】

この場合においては、モニタ 14 により、作業のシミュレーションを実行過程を仮想三次元空間内に表示する際には、使用目的に適した形状の作業手段モデルを上記仮想三次元空間内に表示する。

例えば、設計モデル上に配置された標準部品モデル 61 に対して作業手段モデルとしての手モデル 62 を用いることにより、標準部品モデル 61 を摘んで引くという作業のシミュレーションを上述の場合と同様に実行すると、このシミュレ

ーション結果として、モニタ 14 を通じて図 25～図 30 に示すような態様が表示される。

【0132】

すなわち、図 25 に示すように表示された手モデル 62 を用いて基準位置 61' を有する標準部品モデル 61 を摘んで引くというシミュレーションを行なうにあたっては、手モデル 62 を構成する人指し指モデル 62A の基準位置 62A' と、親指モデル 62B の基準位置 62B' との基準位置 62A' , 62B' の二等分点 62-1 を算出する。

【0133】

さらに、シミュレーション演算実行部 23 では三次元 CAD データの演算により、図 25, 図 26 に示すように、二等分点 62-1 の位置が基準位置 61' に合致するまで、上述の二等分点 62-1 を標準部品モデル 61 側の基準位置 61' に近づけるように手モデル 62 を移動させる。

さらに、シミュレーション演算実行部 23 において、手モデル 62 が摘むという作業を行なうための三次元 CAD データの演算手法を予め定義しておくことにより、図 27 に示すように、手モデル 62 側に定義された基準位置 62A' , 62B' を、標準部品モデル 61 の基準位置に近づけている（図 11 のステップ B7～ステップ B11 の閉ループ参照）。

【0134】

なお、手モデル 62 のように可動部分を持つ作業手段モデルを近づける場合には、例えばインバース・キネマティックスの手法を用いて位置／姿勢データを生成することができる。

さらに、図 28 に示すように、手モデル 62 の基準位置 62A' , 62B' を、標準部品モデル 61 の基準位置に近づけていく過程において、手モデル 62 が標準部品モデル 61 以外の部品モデルと干渉することなく、人指し指モデル 62A と標準部品モデル 61 との間および親指モデル 62B と標準部品モデル 61 との間に干渉が発生すると、上述の手モデル 62 が標準部品モデル 61 を摘むまでの到達経路を確認することができる（図 11 のステップ B20, ステップ B21 参照）。

【0135】

さらに、図29に示すように、手モデル62が標準部品モデル61を摘んだ状態で、標準部品モデル61を引いてゆくことにより、作業範囲量を確認することができ、図30に示すように、手モデル62の位置がもとの標準部品モデル61の位置から既定値分だけ離れると、モニタ14において手モデル62の表示を消去することができる。

【0136】

なお、このようなモニタ14上に表示された作業手段モデルを消去するための既定値としては、作業手段モデルとその使い方により実モデルデータ記憶部11にて記憶された定数と、対象となる標準部品モデルと仮想三次元空間上に存在するその他の設計対象物データを内包する直方体、球体などの大きさとの関係で決定することができる。

【0137】

また、作業手段モデルとしての手モデル63が、標準部品モデル61を押すという作業のシミュレーションを行なう際においても、シミュレーション装置10では上述の工具モデルによる作業シミュレーションと基本的に同様の処理を行なうことにより、モニタ14では図31、図32に示すような態様で作業シミュレーションの経過を表示することができる。

【0138】

すなわち、シミュレーション演算実行部23において、図31、図32に示すような、手モデル63が標準部品モデルを押すための三次元CADデータの演算手法を予め定義しておくことにより、基準位置63B'を有する親指モデル63Bを畳んで、基準位置63A'を有する人差し指モデル63Aで標準部品モデル61を押すという作業を仮想三次元空間内において再現できるのである。

【0139】

なお、上述の手モデルを作業手段モデルとして作業シミュレーションを行なう場合には、摘んで引く、押す、握るなどの作業手法に応じて形状データを実モデルデータ記憶部11に記憶しておくことで、作業手法に応じて手モデルの形状データ（または大きさデータ）を切り替えて用いることができる。

この場合には、例えば指先のみをモデルデータとしたり、指先から手首までをモデルデータとしたり、指先から前腕部までをモデルデータとすることが考えられる。

【0140】

ところで、本実施形態にかかるシミュレーション装置10の実モデルデータ記憶部11にて記憶されている作業手段モデル（実モデル）に関する情報は、キーボード15またはマウス16による操作に基づいて、例えば図33のフローチャートに示すように適宜変更することができる。

まず、シミュレーション装置10の全体制御部21において、キーボード15またはマウス16による操作に基づいて、実モデルデータ記憶部11にて記憶されている作業手段モデルに関する情報を変更する旨の指示を受けた場合には（ステップS1）、属性情報としての仮想工具情報を表示して、変更対象となる仮想工具情報の選択指示を受ける。

【0141】

すなわち、シミュレーション対象となる設計モデルのデータ（設計データ）が既に読み込まれている場合には（ステップS2のYESルート）、当該設計モデルに用いられている全ての標準部品モデルに関して、作業を施すべき作業手段モデルの属性情報を仮想工具情報としてモニタ14に一覧表示することにより（ステップS3）、変更対象となる仮想工具情報の選択指示を受ける（ステップS4）。

【0142】

また、シミュレーション対象となる設計モデルのデータが読み込まれていない場合には（ステップS2のNOルート）、実モデルデータ記憶部11に記憶されている作業手段モデルに関する全ての属性情報を仮想工具情報のリストとしてモニタ14にて一覧表示することにより、変更対象となる仮想工具情報の選択指示を受ける（ステップS5）。

【0143】

また、上述のステップS4またはステップS5にて変更対象として指定された仮想工具情報に対して、現在関連付けられている作業手段モデル以外の作業手段

モデルがシステム管理下に存在する場合には（ステップS6のYESルート）、当該システム管理下の変更可能な作業手段モデルを表示して（ステップS7）、新規に関連付ける作業手段モデルの選択指示を受ける（ステップS8）。

【0144】

さらに、変更対象として指定された仮想工具情報に対して、現在関連付けられている作業手段モデル以外の作業手段モデルがシステム管理下に存在しない場合には、新規に関連付けを行なうべき作業手段モデルの存在場所の指示を受けた後（ステップS9）、システム管理下にデータを移動もしくは複写処理を実施する（ステップS10）。

【0145】

これにより、ステップS8またはステップS11において上述のごとく選択指示を受けた作業手段モデルについて、上述の仮想工具情報について新規に関連付けを行なう（ステップS11）。

このように、本実施形態にかかるシミュレーション装置10によれば、実モデルデータ記憶部11にて記憶される作業手段モデルに関する情報と、標準部品モデルとを属性情報の対応付けにより関連付けておくことにより、設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルを速やかに取得し、取得した作業手段モデルを用いて、標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行することができるので、三次元CADシステムを用いた装置／機器モデルの設計中に、設計データそのものに実際の工具に関する情報を登録しておく必要がなくなり、三次元CADによるモデリング作業の効率を向上させることができる利点がある。

【0146】

さらに、三次元CADシステムを用いた装置／機器モデルの設計中に、部品モデルに対して検索や関連付けといった作業をせずに設計データを生成しても、この設計データに配置される標準部品モデルに対する作業のシミュレーションを実行することができるので、設計初期段階や途中においてもシミュレーションを行なうことができ、より上流の設計段階においてシミュレーションを実現可能とするとともに、設計完了後の機器・装置の干渉チェック漏れを防ぐことができる利

点がある。

【0147】

例えば設計変更に伴う金型修正や実部品形状の変更など、作業負荷の高い三次元CADモデルの部品形状変更作業やアセンブリ作業のやり直しの頻度を低減させることを通じて、設計者に不要な作業時間を課すことなく作業性を検証することができるので、作業効率を飛躍的に上昇させることができる。

また、標準部品に着目しているため、設計対象ごとに作業手段モデルや標準部品モデルに関するデータベースやテーブル類を更新する必要もなく、シミュレーション実施者の事前準備に対する負荷を低減する。

【0148】

さらに、標準部品モデルに関する情報として作業を施すべき作業手段モデルの属性情報を含めることができるので、例えば組立ラインや工場の違いにより実際の作業手段モデルが異なる場合においても、設計データや作業手段モデル以外のシミュレーション条件を変更する必要がなく、シミュレーション作業に必要な工数を大幅に低減する。このことは、システムが常に大量の作業手段モデルに関する情報を記憶しておく必要がないため、少ないコンピュータ資源でシミュレーションが可能となる利点をも併せ持つ。

【0149】

また、実モデルデータ記憶部11にて記憶される上記作業手段モデルに関する情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の作業手段モデル側の基準位置情報を含むとともに、設計モデルの設計情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の標準部品モデル側の基準位置情報を含んでいるので、標準部品モデル側にどのような工具がどのような位置関係で使われるかを記憶しておくことができ、シミュレーション実行の際に使用すべき工具モデルの種類や標準部品モデルとの位置関係を意識する必要がなく、簡易に効率良いシミュレーション動作が可能となり、ひいては設計対象物の品質向上にも寄与する。

【0150】

すなわち、工具は対象とする物品に到達できるかどうか、また到達できたとし

ても簡便な方法により到達できることが重要であるが、本実施形態にかかるシミュレーション装置 10 によれば、それらをコンピュータ上で確認するための煩雑な位置指定を不要とすることができる。

また、標準的な工具を使った場合と特殊な工具を使った場合や、同じ工具を異なる手法で使用した場合には実際の作業性が異なるが、このような作業性の違いについても考慮しながら作業性を評価することができ、作業性の評価をより現実の作業に即したものとすることができる利点がある。

【0151】

なお、本発明によれば、上述した実施形態に関わらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば図 34 に示すように、上述の本実施形態における設計支援装置としてのコンピュータ 30 の機能（三次元 CAD システム 31 および標準部品ライブラリ 32 の機能を含む）と、シミュレーション装置 10 としての機能とを単一のコンピュータ 10A に持たせてもよい。

【0152】

この場合においては、コンピュータ 10A は、ハードウェア的には図 35 に示すように、前述の本実施形態の場合と同様に実モデルデータ記憶部 11、評価係数データ記憶部 12、評価結果記憶部 13、モニタ 14、キーボード 15、マウス 16 をそなえとともに、処理機構 20A および標準部品ライブラリ 32 をそなえて構成されている。

【0153】

なお、処理機構 20A は、前述の本実施形態の場合と同様に部品／工具情報管理部 22、シミュレーション演算実行部 23、干渉チェック部 24 および評価結果管理部 25 をそなえとともに、全体制御部 21A および三次元 CAD システム 31 をそなえて構成されている（図 34 参照）。

ここで、全体制御部 21A では、メモリアクセスに基づいて、三次元 CAD システム 31 にて生成された三次元 CAD データについて、作業シミュレーションを実行するための設計データとして獲得することもできる。なお、図 34 中において、図 2 と同一の符号は、それぞれ同様の部分を示している。

【0154】

このような構成のコンピュータ10Aでは、三次元CADシステム31で設計された設計データを、上述の全体制御部21またはシミュレーション演算実行部23にファイル化せずにメモリ（図示せず）上で渡すことができ、上述の本実施形態と同様の利点がある。

また、上述した実施形態において、作業シミュレーションの際の到達経路確認や作業範囲量の確認の際に、作業手段モデルが標準部品モデル以外の部品モデルと干渉が発生した場合に続けて行なうシミュレーション処理としては、図11、図12に示すような態様に限定されず、別の経路を探す、別な工具を用いて探す、別な使い方を探すなどのうちの任意の処理を選択的行なうようにしてもよい。

【0155】

さらに、上述の本実施形態においては、標準部品モデルに対して工具を使用して作業を施す場合には、工具のみを作業手段モデルとして表示しているが、これに限定されず、工具および工具を使用する作業者の手を上記作業手段モデルとし、上記作業手段モデルの大きさ、作業範囲または作業方法を確認すべく、作業のシミュレーションを実行してもよく、このようにすれば、上述の本実施形態の場合に比して、工具を使用する作業者の手の作業空間についても考慮したシミュレーションを行なうことができるので、シミュレーションをより現実の作業に近付けることができる。

【0156】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明（請求項1～請求項22）によれば、作業手段モデル記憶部にて記憶される作業手段モデルに関する情報を標準部品モデルとを属性情報の対応付けにより関連付けておくことにより、上記設計モデルの設計の際に用いられた標準部品モデルに関連付けされた作業手段モデルを速やかに取得し、上記取得した作業手段モデルを用いて上記標準部品モデルに施すべき作業のシミュレーションを実行することができるので、三次元CADシステムを用いた装置／機器モデルの設計中に、設計データそのものに実際の工具に関する情報を登

録しておく必要がなくなり、三次元CADによるモデリング作業の効率を向上させることができる利点がある。

【0157】

さらに、三次元CADシステムを用いた装置／機器モデルの設計中に、部品モデルに対して検索や関連付けといった作業をせずに設計データを生成しても、この設計データに配置される標準部品モデルに対する作業のシミュレーションを実行することができるので、設計初期段階や途中においてもシミュレーションを行なうことができ、より上流の設計段階においてシミュレーションを実現可能とするとともに、設計完了後の機器・装置の干渉チェック漏れを防ぐことができる利点がある。

【0158】

例えば設計変更に伴う金型修正や実部品形状の変更など、作業負荷の高い三次元CADモデルの部品形状変更作業やアセンブリ作業のやり直しの頻度を低減させることを通じて、設計者に不要な作業時間を課すことなく作業性を検証することができるので、作業効率を飛躍的に上昇させることができる。

また、請求項2記載の本発明によれば、標準部品モデルに関する情報として作業を施すべき作業手段モデルの属性情報を含めることができるので、例えば組立ラインや工場の違いにより実際の作業手段モデルが異なる場合においても、設計データや作業手段モデル以外のシミュレーション条件を変更する必要がなく、シミュレーション作業に必要な工数を大幅に低減する。このことは、システムが常に大量の作業手段モデルに関する情報を記憶しておく必要がないため、少ないコンピュータ資源でシミュレーションが可能となる利点をも併せ持つ。

【0159】

さらに、請求項4，8，9記載の本発明によれば、作業手段モデル情報記憶部にて記憶される上記作業手段モデルに関する情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の作業手段モデル側の基準位置情報を含むとともに、設計モデルの設計情報として、上記の作業手段モデルにより標準部品モデルに対して作業を施す際の標準部品モデル側の基準位置情報を含んでいるので、標準部品モデル側にどのような工具がどのような位置関係で使われる

かを記憶しておくことができ、シミュレーション実行の際に使用すべき工具モデルの種類や標準部品モデルとの位置関係を意識する必要がなく、簡易に効率良いシミュレーション動作が可能となり、ひいては設計対象物の品質向上にも寄与する。

【0160】

また、請求項7，11記載の本発明によれば、標準的な工具を使った場合と特殊な工具を使った場合や、同じ工具を異なる手法で使用した場合には実際の作業性が異なるが、このような作業性の違いについても考慮しながら作業性を評価することができ、作業性の評価をより現実の作業に即したものとすることができる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の原理ブロック図である。

【図2】

本発明の一実施形態を示す機能ブロック図である。

【図3】

本実施形態にかかるシミュレーション装置のハードウェア構成を示す図である。

【図4】

本実施形態にかかる三次元CADシステムによる設計作業を説明するための図である。

【図5】

本実施形態にかかる標準部品ライブラリにて記憶される標準部品モデルと実モデルデータ記憶部にて記憶される作業手段モデルの関連付けを説明するための図である。

【図6】

本実施形態にかかる標準部品モデルの一例とともに標準部品モデルの基準位置を示す模式図である。

【図7】

本実施形態にかかる標準部品モデルの一例を基準位置とともに示す模式図である。

【図 8】

本実施形態にかかる作業手段モデルの一例を基準位置とともに示す模式図である。

【図 9】

(a), (b) はいずれも本実施形態にかかる標準部品モデルおよび作業手段モデルの一例を標準部品モデルおよび作業手段モデルの双方の基準位置とともに示す模式図である。

【図 10】

(a), (b) はいずれも本実施形態にかかる標準部品モデルおよび作業手段モデルの一例を標準部品モデルおよび作業手段モデルの双方の基準位置とともに示す模式図である。

【図 11】

本実施形態にかかるシミュレーション装置の動作例を説明するためのフローチャートである。

【図 12】

本実施形態にかかるシミュレーション装置の動作例を説明するためのフローチャートである。

【図 13】

(a) は本実施形態にかかる作業手段モデルの標準部品モデルへの到達経路を確認した結果、干渉が発生した場合の一例を示す模式図で、(b) は本実施形態にかかる作業手段モデルの標準部品モデルへの到達経路を確認した結果、干渉が発生しなかった場合の一例を示す模式図である。

【図 14】

本実施形態にかかる作業手段モデルの理想的な作業範囲量の一例を示す模式図である。

【図 15】

本実施形態にかかる作業手段モデルにより作業を行なうことが可能な作業範囲

量の一例を示す模式図である。

【図16】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図17】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図18】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図19】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図20】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図21】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図22】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図23】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図24】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図25】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図26】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図27】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図28】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図29】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図30】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図31】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図32】

本実施形態にかかるシミュレーション装置によるシミュレーション結果として、モニタを通じて表示された表示態様を示す模式図である。

【図33】

本実施形態にかかるシミュレーション装置の実モデルデータ記憶部にて記憶されている作業手段モデル（実モデル）に関する情報についての変更態様を説明するためのフローチャートである。

【図34】

本発明の他の実施形態にかかる設計支援装置としてのコンピュータを示す機能

ブロック図である。

【図 35】

本発明の他の実施形態にかかる設計支援装置としてのコンピュータのハードウェア構成を示すブロック図である。

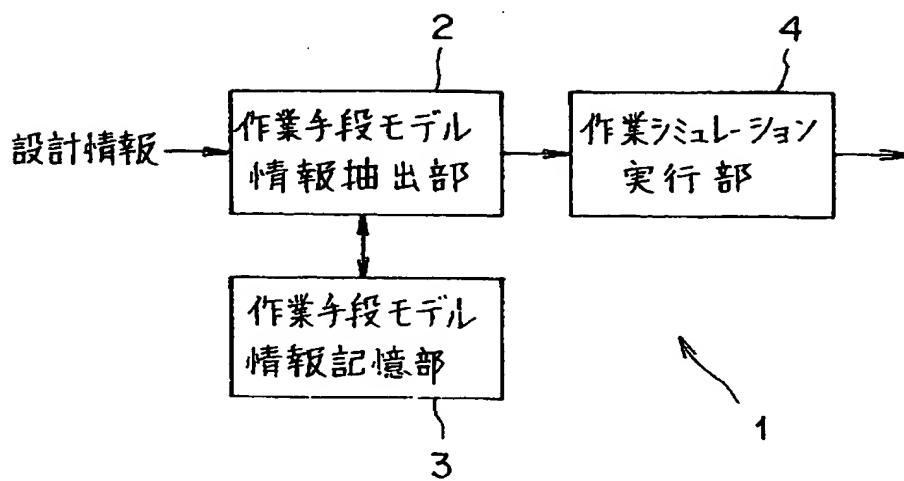
【符号の説明】

- 1 シミュレーション装置
- 2 作業手段モデル情報抽出部
- 3 作業手段モデル情報記憶部
- 4 作業シミュレーション実行部
- 10, 10A シミュレーション装置
- 11 実モデルデータ記憶部
- 11A ドライバのモデル
- 11A' 基準位置
- 11B 六角レンチのモデル
- 11B-1, 11B-2 柄
- 11B'-1, 11B'-2 基準位置
- 12 評価係数データ記憶部
- 13 評価結果データ記憶部
- 14 モニタ
- 15 キーボード
- 16 マウス
- 20, 20A 処理機構
- 21 全体制御部
- 22 部品／工具情報管理部
- 23 シミュレーション演算実行部
- 24 干渉チェック部
- 25 評価結果管理部
- 30 コンピュータ
- 31 三次元CADシステム

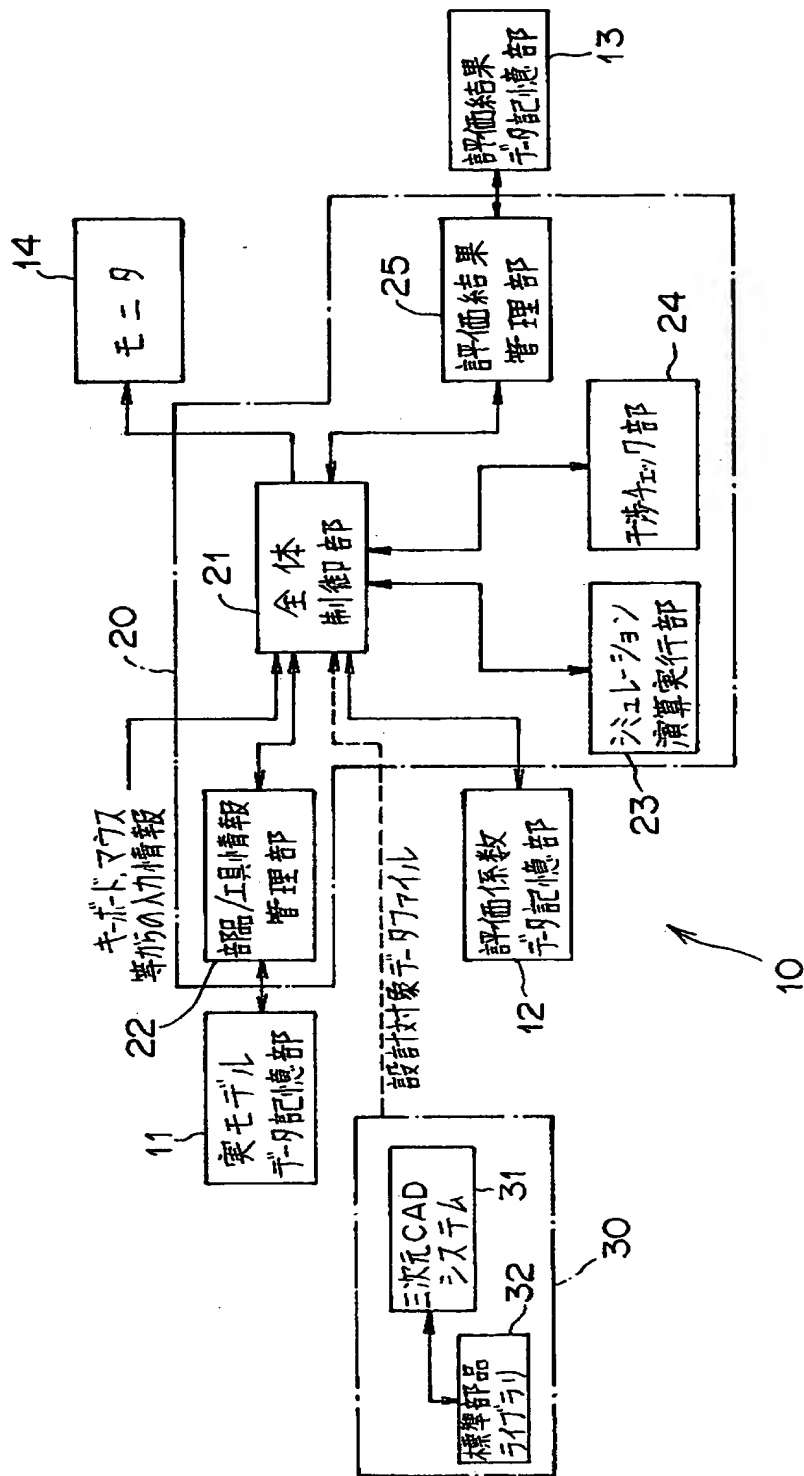
- 3 2 標準部品ライブラリ
- 3 2 A, 3 2 B ネジのモデル
- 3 2 A', 3 2 B' 基準位置
- 3 3, 4 1 部品モデル
- 4 2 ネジのモデル
- 4 3 ドライバのモデル
- 5 1 ボルトのモデル
- 5 2 スパナのモデル
- 5 3 部品モデル
- 6 1 標準部品モデル
- 6 1' 基準位置
- 6 2 手モデル
- 6 2 A, 6 2 B 指のモデル
- 6 2 A', 6 2 B' 基準位置
- 6 2-1 二等分点
- 6 3 手モデル
- 6 3 A, 6 3 B 指のモデル
- 6 3 A' 基準位置
- 1 1 0 A~1 1 0 C 工具セット
- 1 1 0 A-1, 1 1 0 A-2 ドライバ

【書類名】 図面

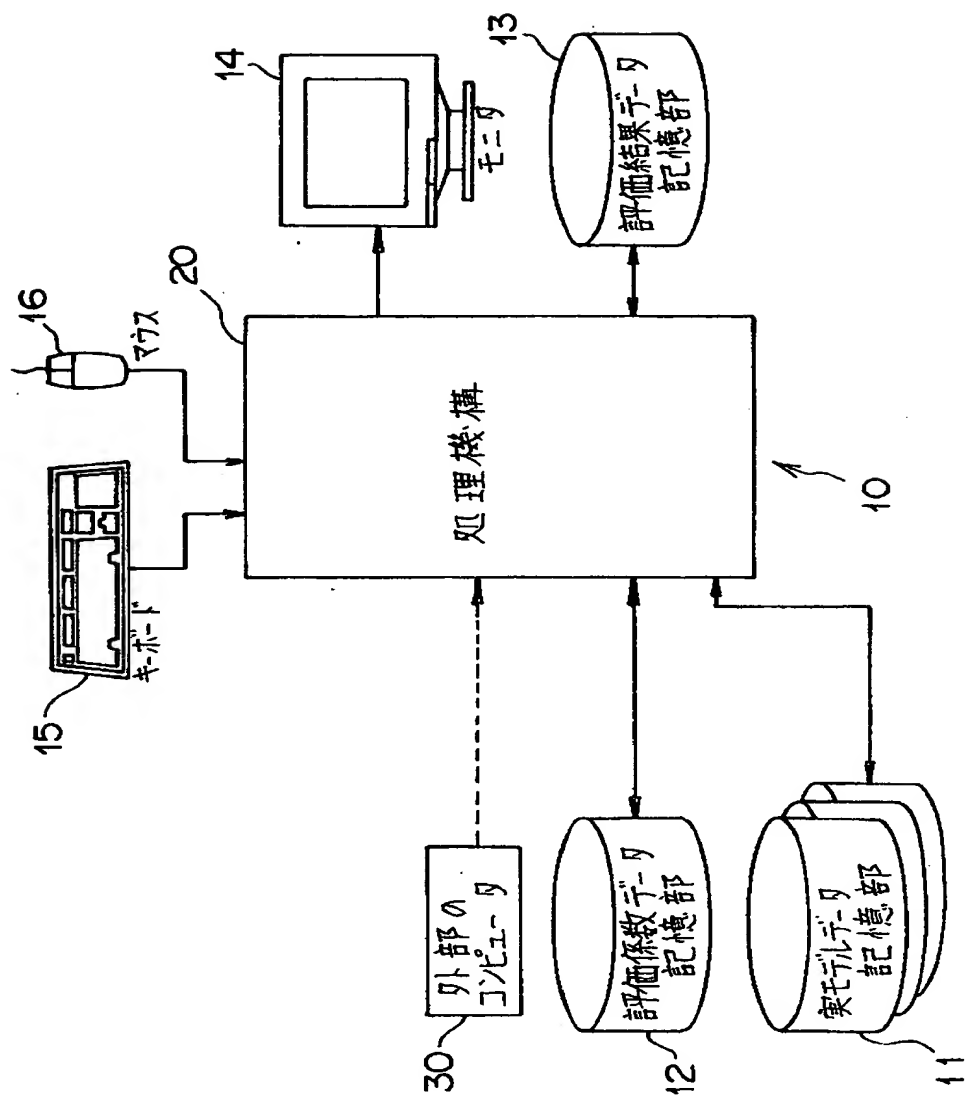
【図 1】



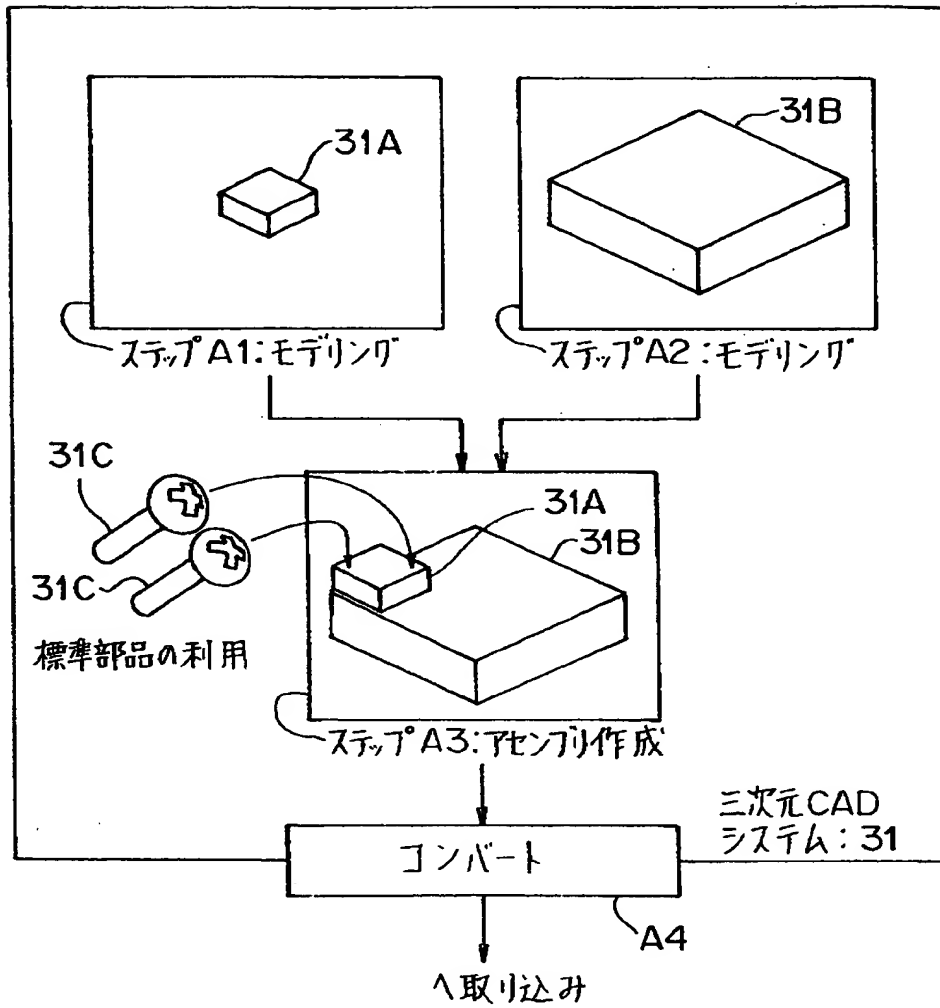
【図 2】



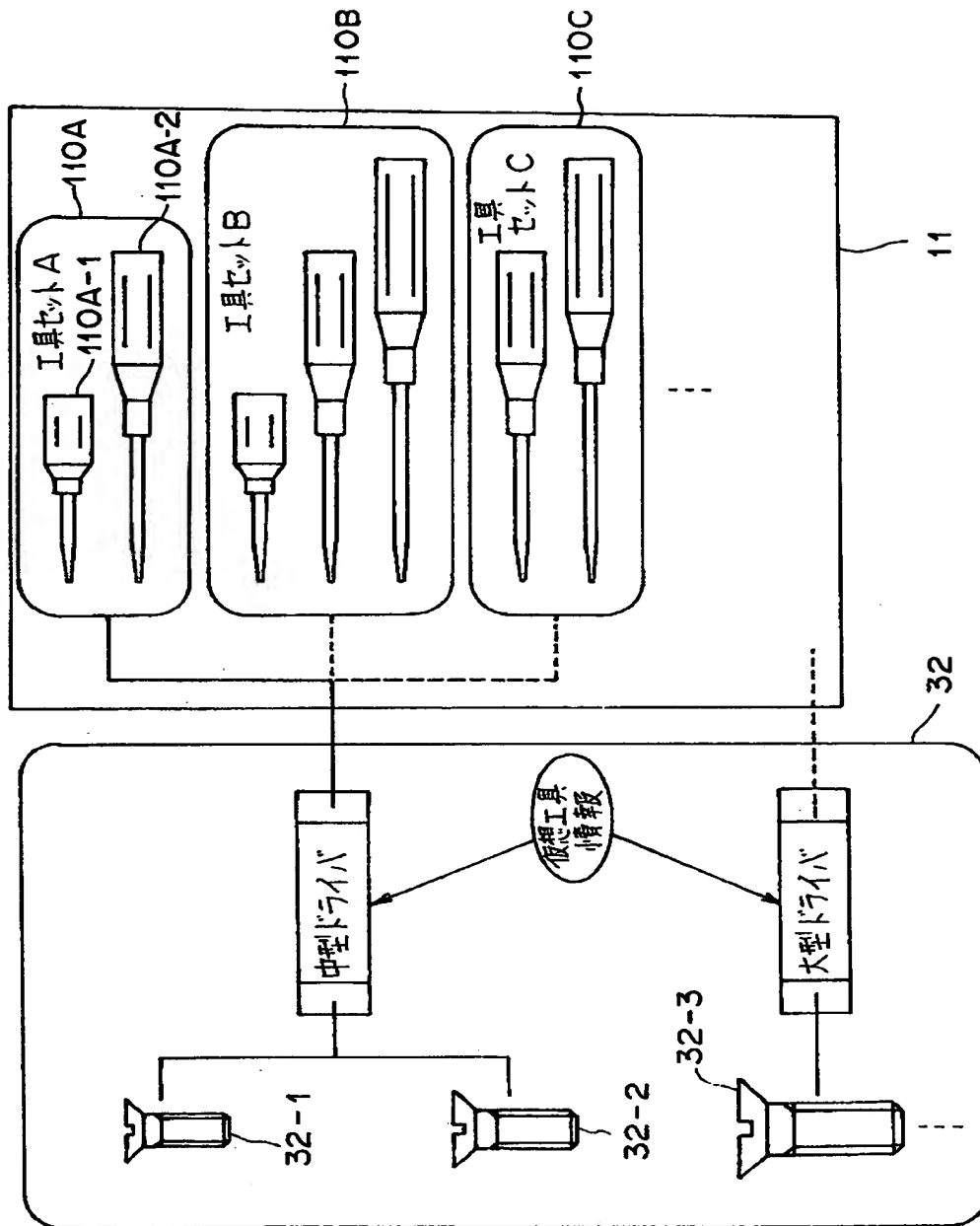
【図 3】



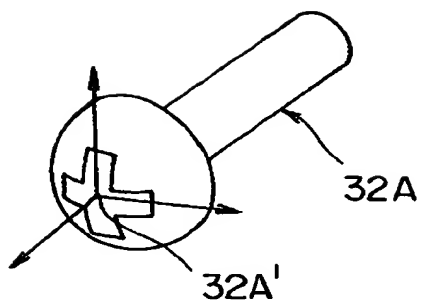
【図4】



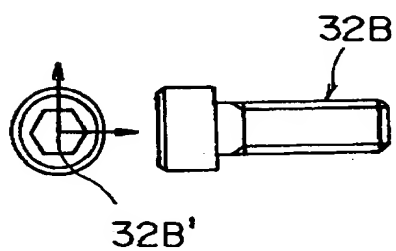
【図5】



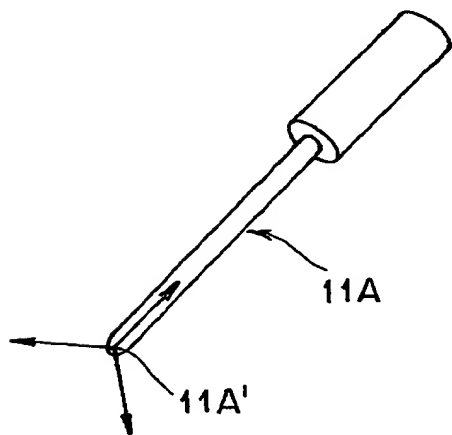
【図 6】



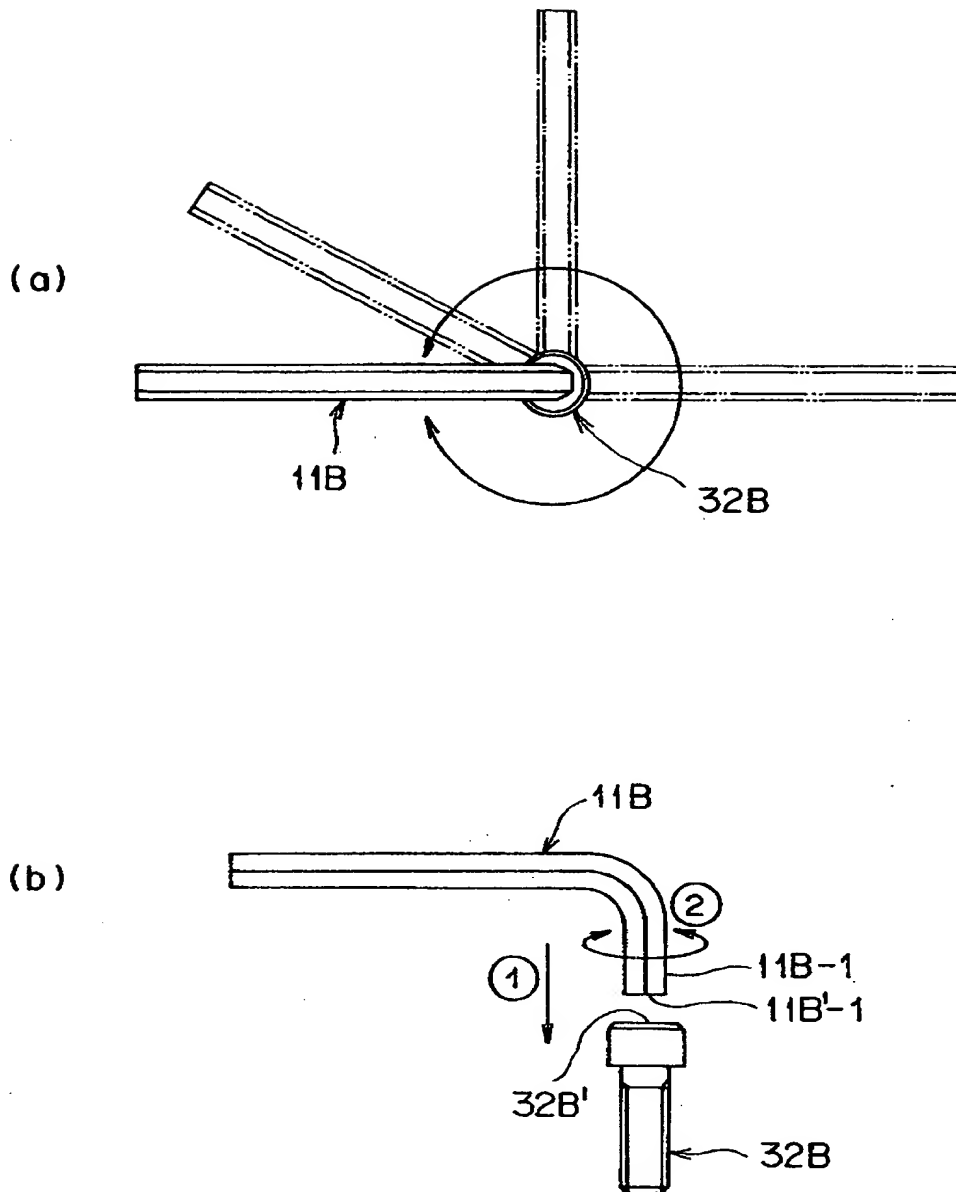
【図 7】



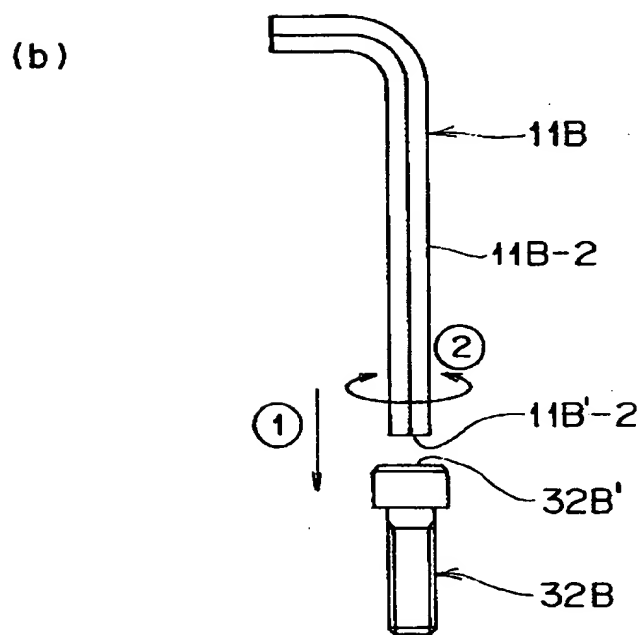
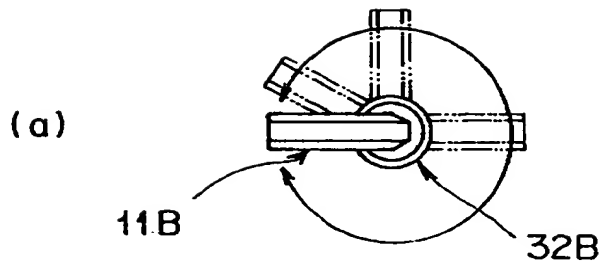
【図 8】



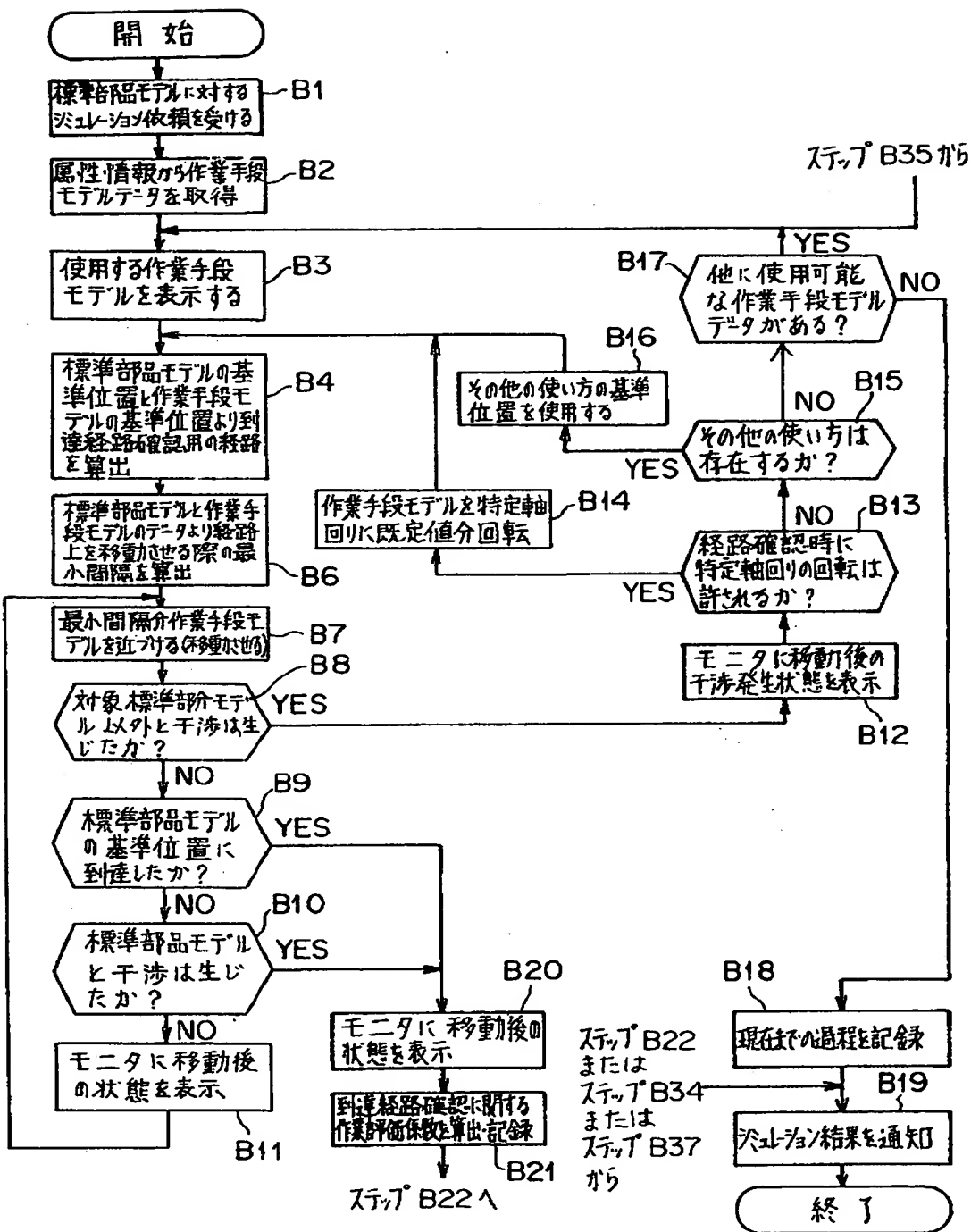
【図9】



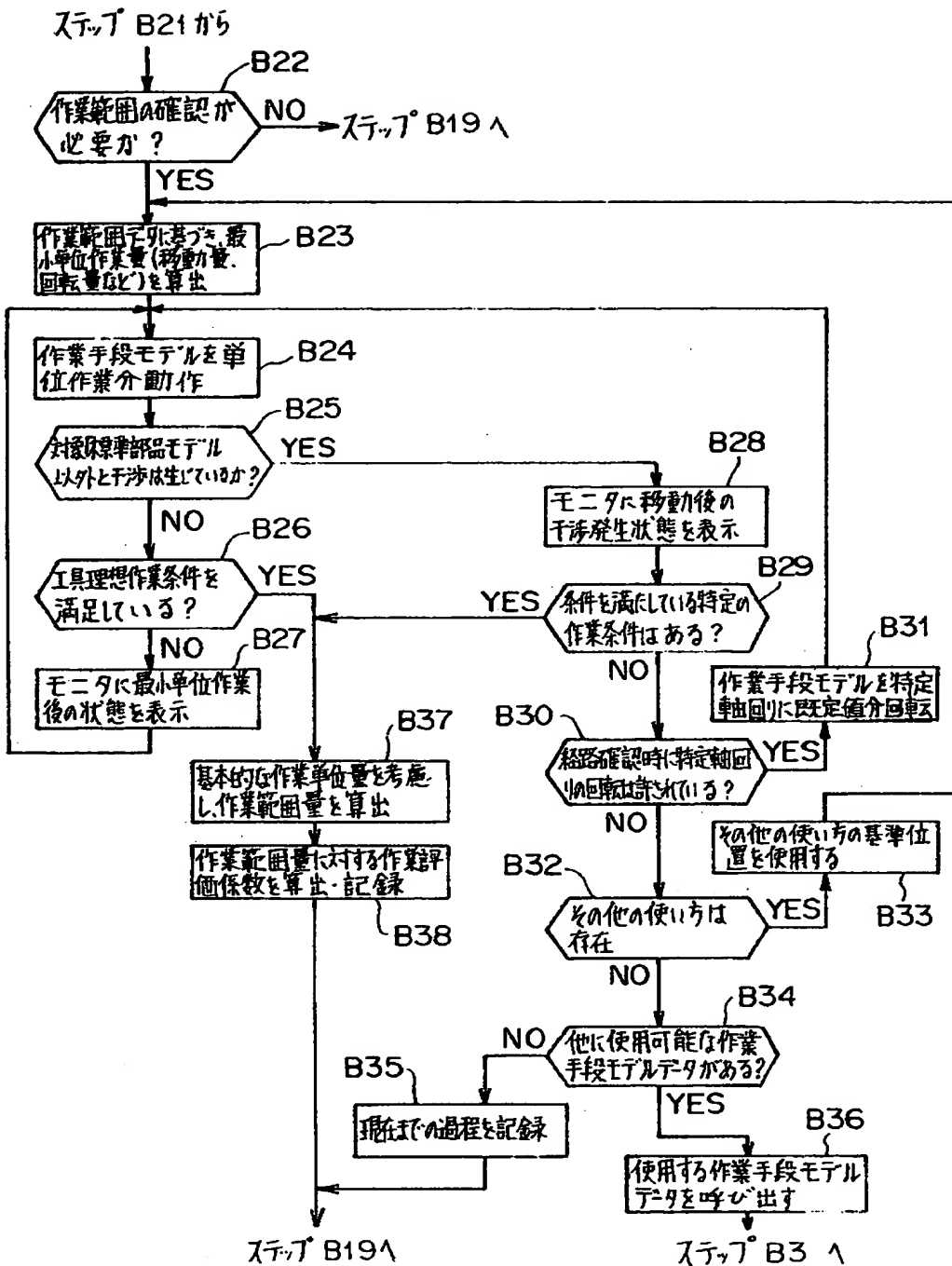
【図 10】



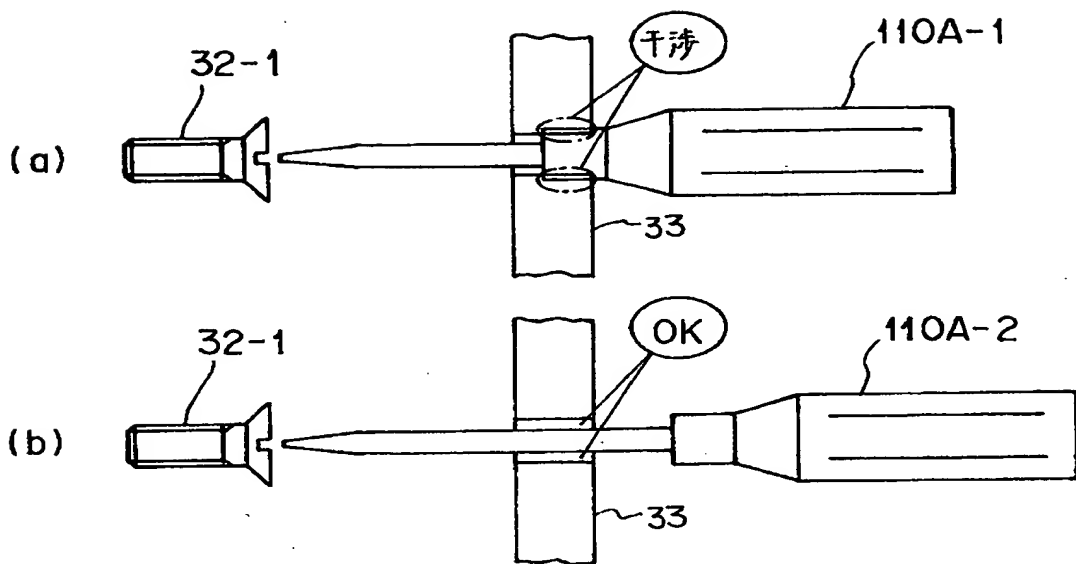
【図 11】



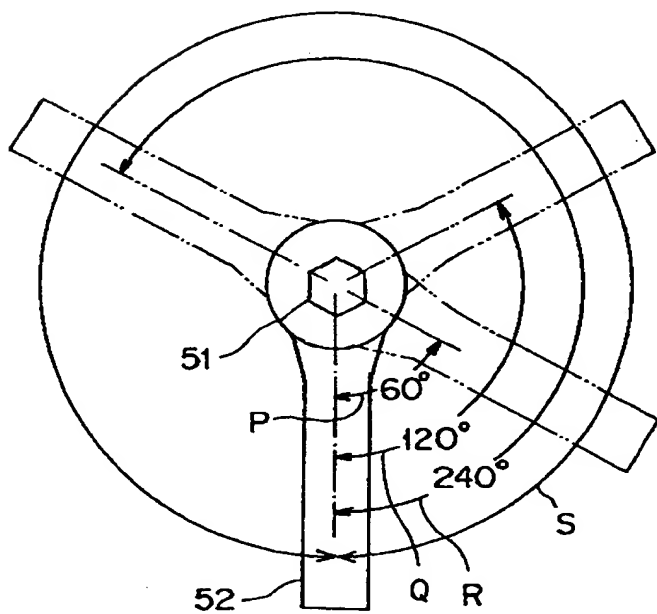
【図 12】



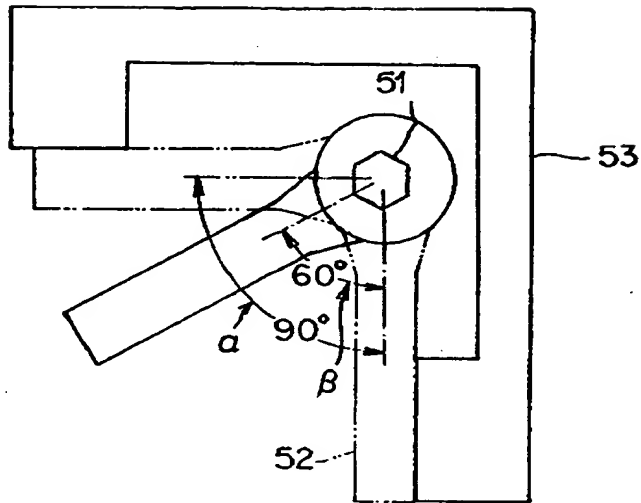
【図 13】



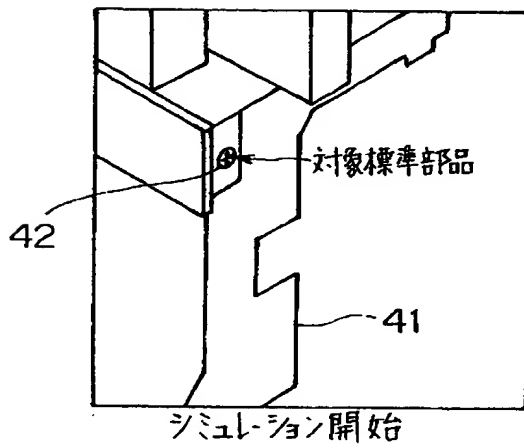
【図 14】



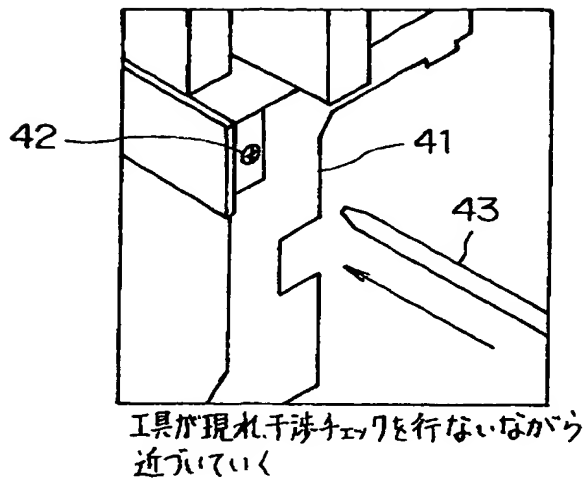
【図 15】



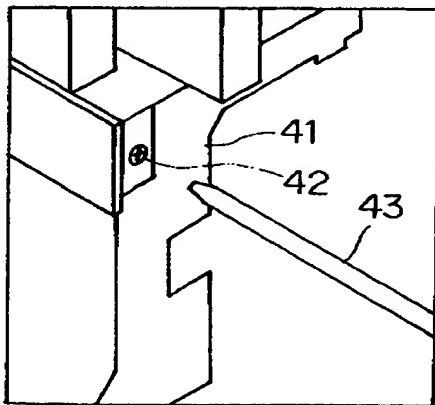
【図 16】



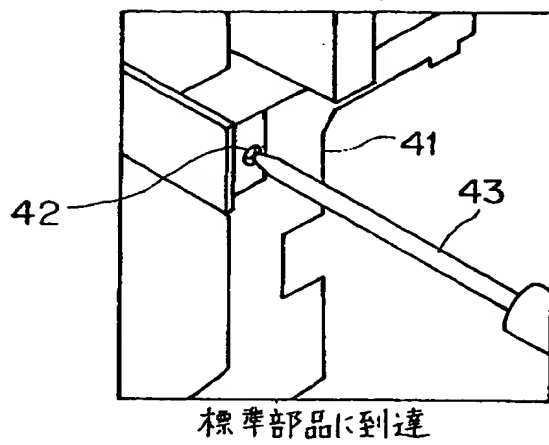
【図17】



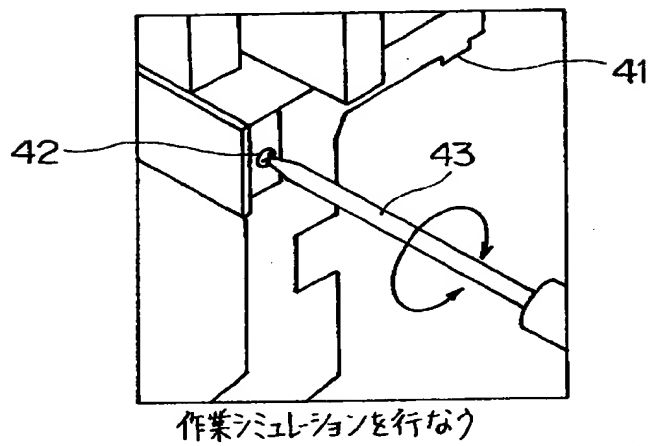
【図18】



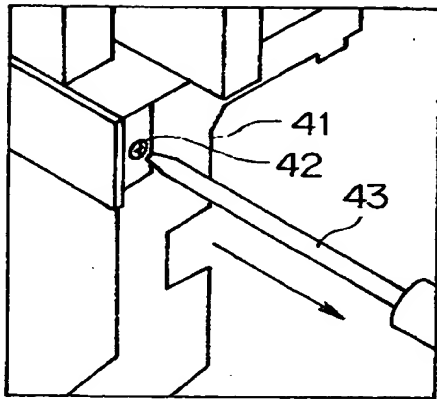
【図 19】



【図 20】

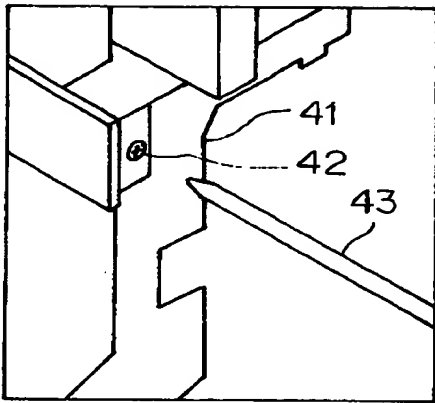


【図 21】

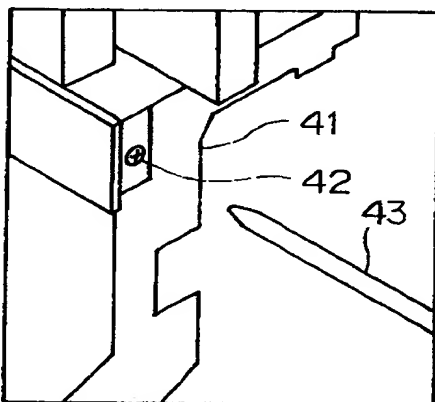


離れていく

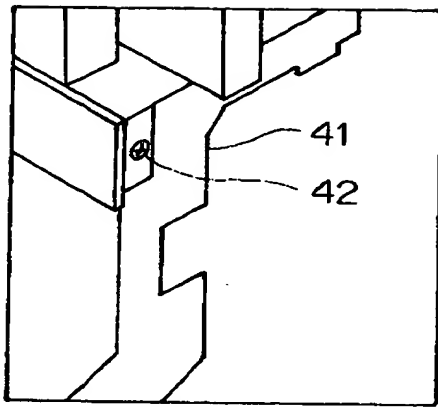
【図22】



【図23】

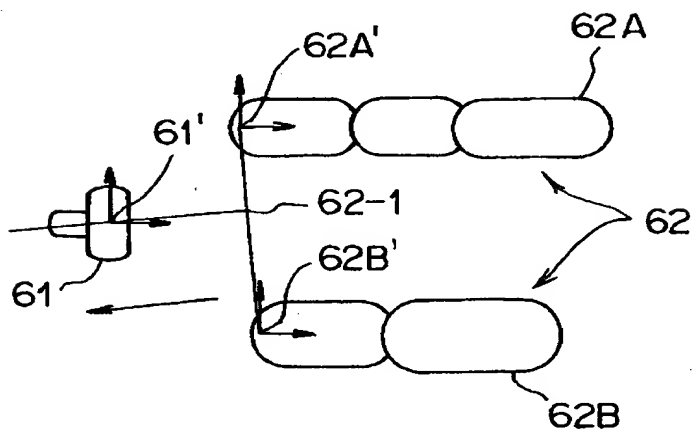


【図 24】

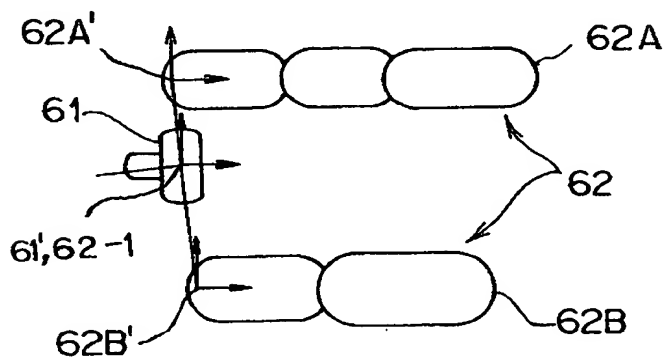


工具が消える

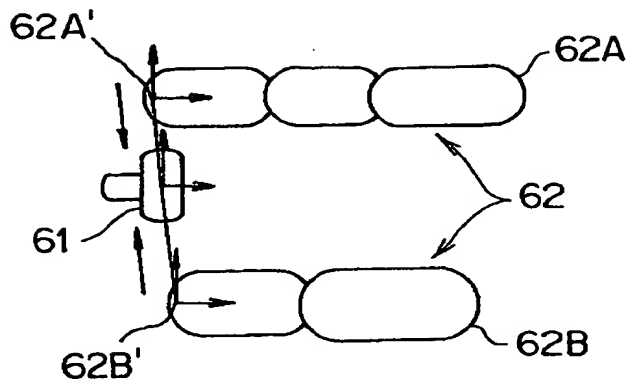
【図 25】



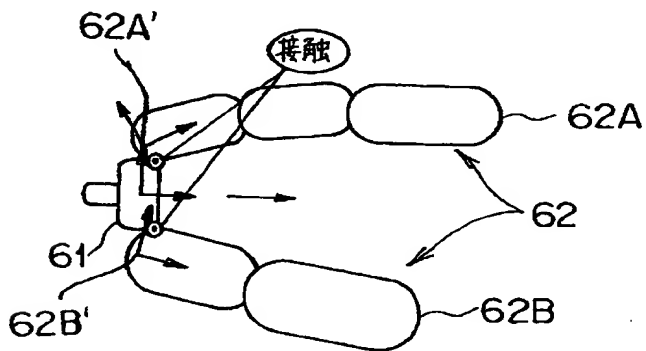
【図 26】



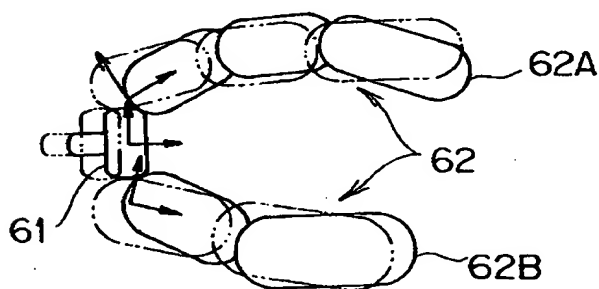
【図 27】



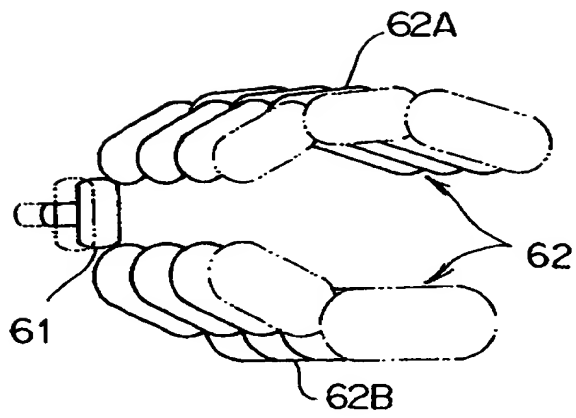
【図 28】



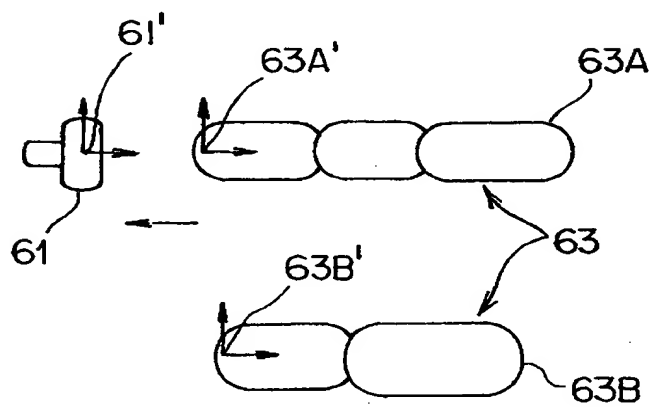
【図 29】



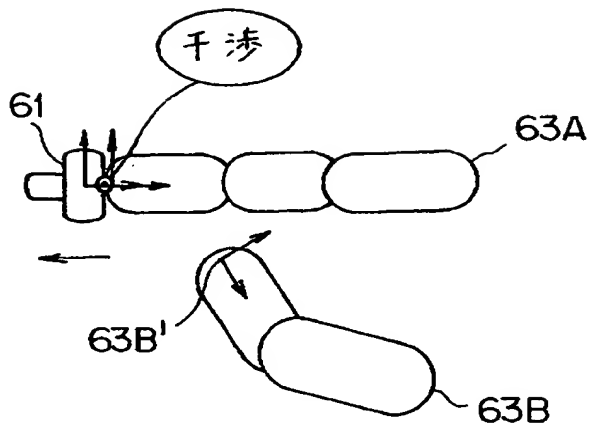
【図 30】



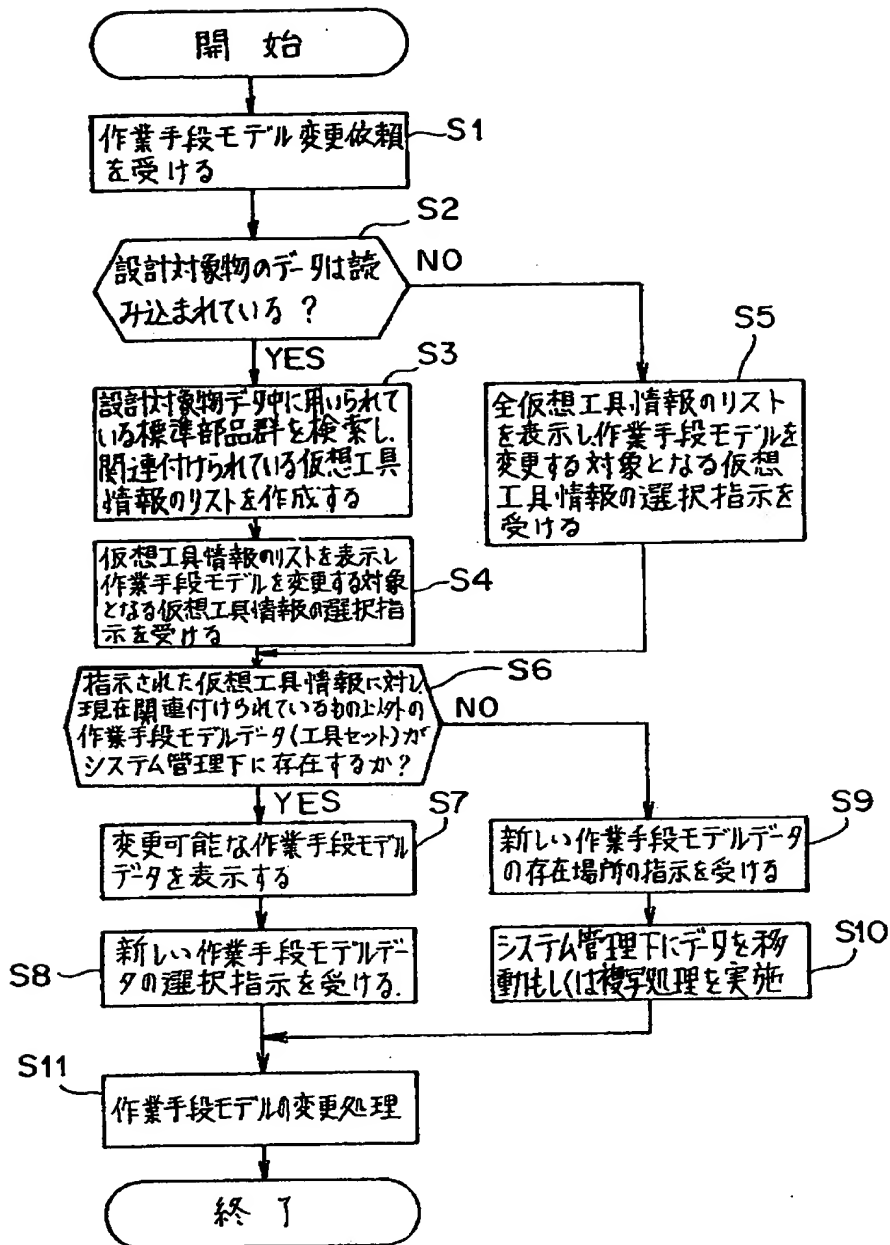
【図 31】



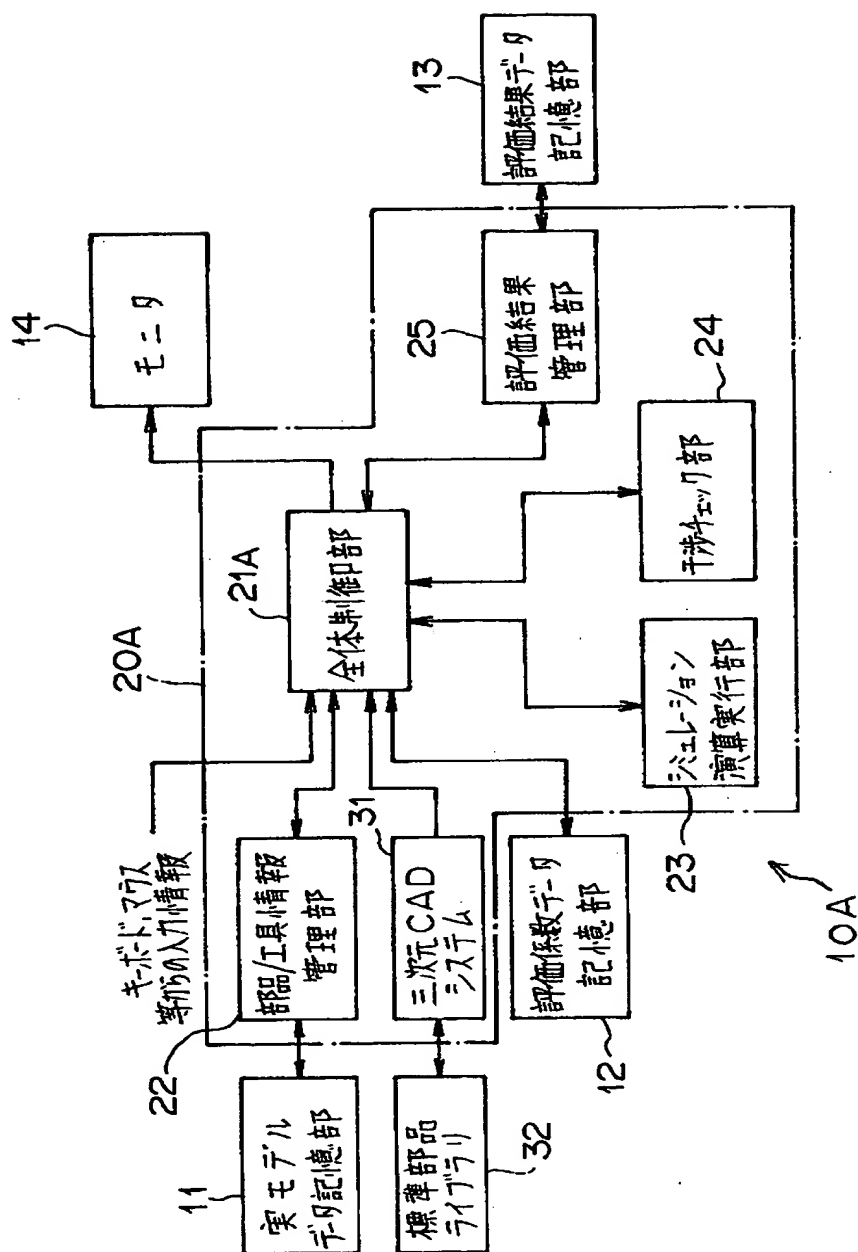
【図 3 2】



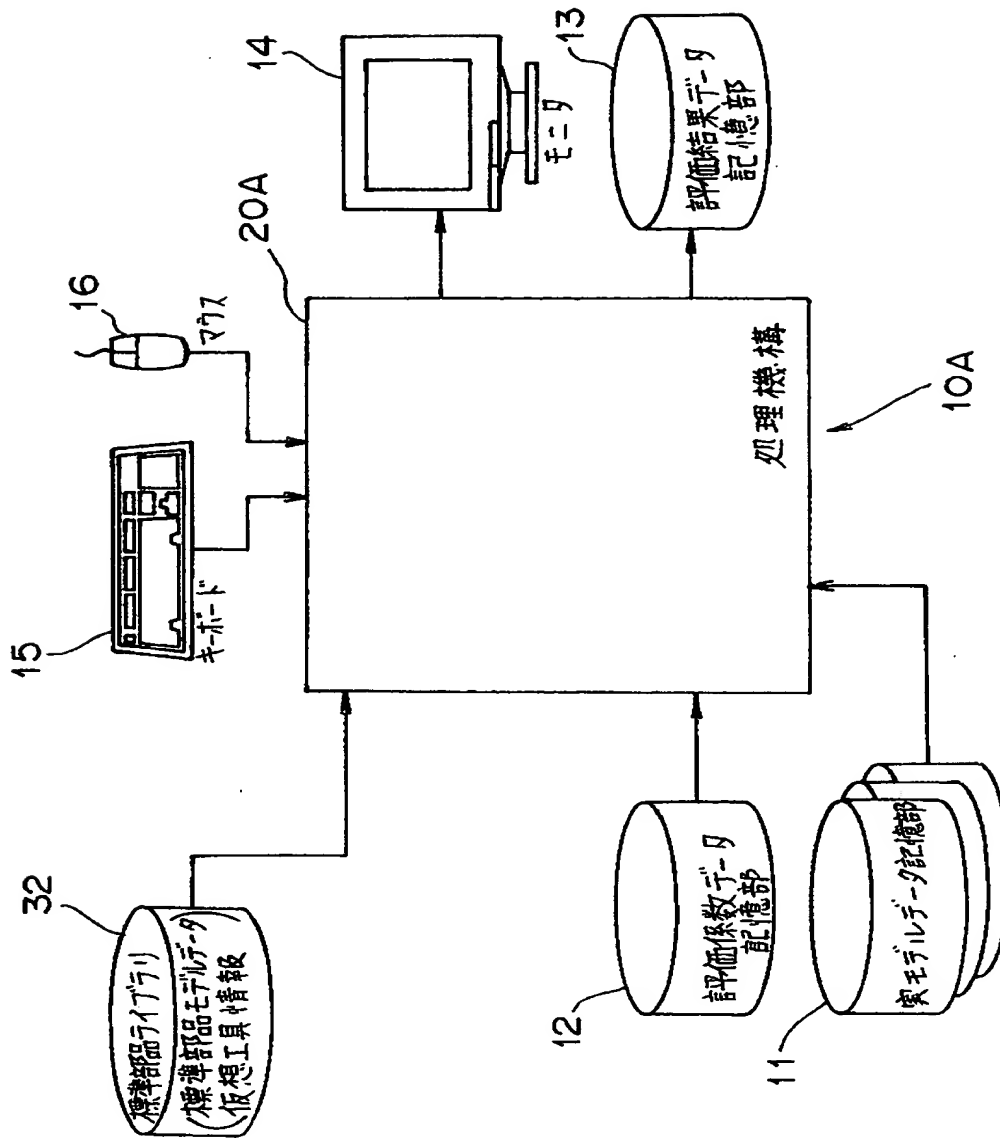
【図 33】



【图 3 4】



【図 35】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 コンピュータ上の仮想三次元空間にて設計された対象物についての作業の作業性をチェックするシミュレーション装置において、不要な作業時間を課すことなく、設計上の問題点を上流の設計段階で発見する。

【解決手段】 標準部品モデルに関連付けされ、上記標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を記憶しておく作業手段モデル情報記憶部 3 と、上記の設計モデルに配置される標準部品モデルに対して作業を施すための作業手段モデルに関する情報を、上記設計モデルに配置される標準部品モデルに関する情報に基づき該作業手段モデル情報記憶部 3 を参照することにより抽出する作業手段モデル情報抽出部 2 と、上記設計モデルの設計情報と抽出された作業手段モデルに関する情報とに基づいて、上記の標準部品モデルに対しての作業手段モデルによる作業のシミュレーションを実行する作業シミュレーション実行部 4 とをそなえるように構成する。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100092978
【住所又は居所】 東京都武蔵野市吉祥寺本町1丁目10番31号 吉祥寺広瀬ビル8階 真田特許事務所
【氏名又は名称】 真田 有

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社